ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

FORSCHUNGEN

AUF

CEYLON

IN DEN JAHREN 1884—1886

VON

Dr. PAUL SARASIN UND Dr. FRITZ SARASIN.

ZWEITER BAND.

ERSTES HEFT.

Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.

Erster Theil: Einleitung, das Ei, Befruchtung und Brutpflege, Entwicklung der Körperform, Historisches, Systematisches und Vergleichendes.

MIT FÜNF TAFELN.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1887.

ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE

DER

CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

(EPICRIUM GLUTINOSUM AUT.).

HIERZU TAFEL I, II, III, IV, V.

EINLEITUNG.

In dem Programm für unsere wissenschaftliche Thätigkeit auf Ceylon hatten wir die Entwicklung der ceylonesischen Blindwühle als Hauptaufgabe uns vorgesetzt, und so wurde für die Wahl unseres ersten Standortes auf der Insel dieser Gesichtspunkt leitend.

Der Gebirgsstock im Centrum Ceylons, welcher gegen Süden, Osten und Westen bis zu fünftausend Fuss hoher, steiler Mauer sich erhebt, schweift nordwärts in abgestuften Terrassen gegen die Ebene aus, reichlich durchfeuchtet von grossen und kleinen Gewässern, welche jahraus, jahrein von den aus dem warmen Meere aufsteigenden und an den kalten Gipfeln des Gebirgs reichlich sich niederschlagenden Wasserdünsten gespeist werden. Eine solche Terrasse ist das fünfzehnhundert Fuss hohe Plateau von Kandy, welches in weitem Bogen, von Westen nach Osten, vom heiligen Strom der Singhalesen, dem Mahaveliganga, durchflossen wird. Hier waltet während der grössten Zeit des Jahres ein herrliches Klima, ein ununterbrochener Sommer. Nach einer sternenhellen Nacht sammeln sich gegen Morgen weisse, feuchte Nebel über der Ebene, welche vor der aufgehenden Sonne langsam sich zerstreuen und dem staunenden Auge die reichste Vegetation enthüllen. Gegen Mittag

steigert sich die von der höher und höher steigenden Sonne herabströmende Wärme zu bedeutender Hitze, und diese würde den Boden von Kandy bald ebenso trocken legen, wie das ganze Flachland des Nordens und Ostens, wenn nicht jährlich zwei Monsunzeiten, während deren Dauer der Regen in Strömen fällt, und ausserdem zuweilen Tag für Tag sich wiederholende kurze, aber schwere Regengüsse im Verein mit den vom Gebirge herabrinnenden Gewässern die verloren gegangene Feuchtigkeit im Ueberflusse ersetzten. Eine reiche Cultur, hauptsächlich kenntlich an den vielen fiederblätterigen Palmen, saftgrünen Bananen, dunkellaubigen Brotfrucht- und Mangobäumen bedeckt die schöne Hochebene, und zur Hälfte umflossen vom Mahaveliganga, liegt eine Stunde von der Stadt Kandy bei dem Dorfe Peradenia der botanische Garten von Ceylon, gewiss einer der schönsten der Welt.

In diesem feuchtwarmen Gebiete ist der ganze Boden von wühlenden Geschöpfen aller Art durchsetzt, und hier ist es nun auch, wo die Blindwühle immer am häufigsten angetroffen ward. So wählten wir diese Hochebene für unsere erste Station, und um dem genannten botanischen Garten möglichst nahe zu sein, mietheten wir uns ein kleines Haus, welches auf einer etwa eine englische Meile vom Garten befindlichen Kaffeeplantage gelegen war.

Der Freundlichkeit des Directors des botanischen Gartens, Dr. H. Trimen, hatten wir es zu verdanken, dass uns schon während der ersten Tage unseres Aufenthaltes eine Blindwühle überbracht wurde, welche einem Arbeiter beim Pflanzen in die Hände gefallen war. Damit war nun freilich noch wenig gewonnen; ja, die Aussichten, die Entwicklungsgeschichte des Thieres aufzudecken, waren um so weniger glänzend, als Dr. Trimen uns berichtete, dass die Blindwühle nicht gerade zu den seltenen, doch aber auch nicht zu den sehr häufigen Thieren der hiesigen Gegend zu rechnen sei.

Unter der Oberleitung des Mr Gilliat, welchem Freunde wir jede nur wünschbare Förderung unserer Unternehmungen verdanken, arbeiteten auf der Kaffeeplantage, auf welcher unser Haus und Garten gelegen waren, einige Hundert indische Kulis, denen beim täglichen Bebauen des Bodens alles Mögliche von seltenen Thieren vor die Augen kam. Unter Diesen machten wir nun bekannt, was wir wünschten und bekamen im Laufe der Wochen und Monate mehrere Tausend von Blindwühlen zugetragen, abgesehen von zahllosen anderen werthvollen zoologischen Gegenständen.

Die eben genannte hohe Zahl wird unsere Leser gewiss befremden, und sie werden uns fragen: Wozu die grosse Menge? Dies hängt mit der ganz unerwarteten Fortpflanzungsweise des Thieres zusammen, welche uns fast unausgesetzt sechs Monate lang vergeblich suchen und Hunderte von Thieren umsonst opfern liess; doch zuvor einige Worte über die Blindwühle selbst.

Wie aus der Ueberschrift dieser Abhandlung hervorgeht, folgten wir in der Bezeichnung des Thieres dem Vorgehen von Peters[37]), welcher den von Wagler[44]) an Stelle der Linné'schen Bezeichnung Caecilia glutinosa eingeführten und seit dieser Zeit allgemein angenommenen Namen Epicrium glutinosum durch die historisch ältere, durch Fitzinger[15]) aufgebrachte Benennung Ichthyophis glutinosus ersetzte.

Dieser Ichthyophis glutinosus ist die einzige Blindwühle, welche in Ceylon sich findet; wenigstens ist noch von keinem Orte der Insel ein anderer Ichthyophis eingeliefert worden, was auffallen muss, wenn man weiss, dass in Vorder- und Hinter-Indien, auf Borneo und Java ausserdem noch Ichthyophis monochrous Bleeker vorkommt (cf. Boulenger[6]).

Das frisch gefangene Thier bewegt sich langsam schlängelnd vom Platze und benutzt jede Ritze oder Erdöffnung, um sich dem Blicke zu entziehen. Da es seines Sehvermögens beraubt ist, kriecht es meist in einer und derselben Richtung vorwärts, bis ein Hinderniss seinen Lauf verändert, oder mit Laub bedeckter und weicher Boden ihm Anlass giebt, seinen Körper zu verdecken und sich in die Erde zu bohren. Es betastet stets mit seinen eigenthümlichen spitzen Fühlern die Unterlage, zuweilen mit beiden gleichzeitig, meist abwechselnd mit dem einen, oder andern, unablässig sie einziehend und ausstossend. In die Hand genommen, sucht es sich dadurch loszumachen, dass es seinen Kopf mit merklicher Kraft gegen dieselbe stemmt, um nach vorwärts, oder mit seinem Schwanz Halt zu gewinnen sucht, um nach rückwärts hinauszugleiten. Es ist von Natur gänzlich harmlos; obschon anfangs die Kulis sich nicht getrauten, es mit der Hand anzugreifen, haben wir doch nie beobachtet, dass es zu beissen versuchte, und auch die Kulis gewöhnten sich sehr bald daran, mit ihm wie mit einem Regenwurme umzugehen. Seine Haut ist oben braun gefärbt, unten mehr grau; an jeder Seite läuft vom Kopf zum Schwanz ein gelbes Band. Stets ist sein Leib mit schleimiger Feuchtigkeit bedeckt, wie wir es von den Regenwürmern kennen, sodass nie Erde daran kleben bleibt und das Thier stets sauber und glänzend aussieht; nur, wenn es eben im Begriffe steht, sich zu häuten, bleibt nasse Erde an ihm haften. Der Saft seiner vielen, grossen Hautdrüsen muss giftig sein; denn öfters fielen wir bei dem Aufschlitzen der Blindwühle in wiederholtes Niesen, und war mit dem Finger zufällig das Auge berührt worden, so fühlten wir einen zwar kurze Zeit dauernden, aber heftig brennenden Schmerz. Versuche haben wir mit dem Gifte nicht angestellt; aber es ist von den Salamandern und Kröten schon längst bekannt, dass das Secret ihrer Hautdrüsen stark giftige Wirkung hat, und sogar an unserm sonst so harmlosen Laubfrosch hat Wagler dasselbe, ja noch Schlimmeres erfahren, als wir an unserer Blindwühle, indem eines seiner Augen, vom scharfen Drüsensaft des Thieres getroffen, auf geraume Zeit erblindete [cf. Wagler[44]), nach Leydig[24]) und ferner Leydig[23])].

Am häufigsten trifft man unsern Ichthyophis im stets feuchten Boden der Flussufer oder in der Nähe von Bächen und Tümpeln. Dort geht er seiner Nahrung, den Regenwürmern und kleinen Grundschlangen nach in Gesellschaft der anderen im Boden wühlenden Wirbelthiere, von denen man unter den Schlangen den silbergrauen, mit merkwürdigem Schwanzschild und nadelspitzer Schnauze bedachten Rhinophiden und den mit so sehr abweichenden Kopfplatten versehenen kleinen, braunen Typhlopiden, unter den Eidechsen den stummelfüssigen oder gänzlich fusslosen Nessien am häufigsten begegnet. Wo nur eine kleine, von einem Bächlein durchflossene Rinne oder Schlucht sich findet, deren Boden dann meist mit hartem Grase bestanden ist, kann man den Ichthyophis sicher

erwarten; aber wirklich gemein ist die Wühle nirgends; denn öfters hatten wir bis sechzig Kulis stundenlange in Arbeit und erhielten nur wenige Stück. Günstiger freilich waren andere Tage, da die Thiere wohl in Folge von Trockenheit sich mehr in die Nähe der Wasser zurückgezogen hatten, und da wurden uns einst an einem Tage siebzig Stück in's Haus gebracht.

Was die Verbreitung des Ichthyophis glutinosus betrifft, so geht er nicht über eine Höhe von drei- bis viertausend Fuss, da ihm offenbar eine niedrige Temperatur nicht zusagt; dann aber trifft man ihn auch in dem feuchten Theil des Flachlandes der Insel, welcher den südwestlichen Winkel derselben ausmacht und nicht wie der nördliche und östliche Theil des ceylonesischen Niederlandes nur einmal im Jahre, sondern zweimal, im Frühjahr und Herbst, von Monsunregen durchnässt wird, auch ausserdem durch häufige Niederschläge stets feucht erhalten bleibt. —

Es geht immer eine beträchtliche Zeit darüber hin, bis die Kulis dazu zu bringen sind, ein bestimmtes Thier regelmässig einzuliefern; man begegnet Misstrauen, da sie nicht begreifen können, was man damit wolle, und sie fürchten, für aufgewendete Arbeit keine Bezahlung zu bekommen. Ist man also darauf angewiesen, zahlreiches Material zu erhalten, so muss es auch zu Zeiten, wo man dasselbe nicht nöthig hat, stets abgenommen und zu festem Preise bezahlt werden. Wiesen wir Stücke zurück, oder gingen wir im Preise herunter, so wurde kein einziges Stück mehr eingeliefert, und es dauerte dann lange Zeit, bis der Handel wieder flott wurde. Wir haben Hunderte von Thieren angekauft und an einem einsamen Ort hinter dem Hause wieder in Freiheit gesetzt.

Dieser starke Verbrauch von Thieren hing mit einem grossen Irrthume zusammen, in welchem wir befangen waren. Durch Joh. Müller war bekannt, dass die Larven von Ichthyophis glutinosus im Wasser leben, durch Peters, dass Typhlonectes compressicauda (= Caecilia compr.) lebendig gebärend sei. Somit argumentierten wir, dass Ichthyophis, falls er eierlegend sei, seine Eier wie die andern Amphibien auch in's Wasser lege; falls er aber vivipar sei, brauchten wir nur die weiblichen Thiere aufzuschneiden, um der Embryonen habhaft zu werden. Nun durchforschten wir, theils durch die Kulis, theils wir selbst, alle Bäche und Flüsse der Umgegend und waren auch bald so glücklich, die von Joh. Müller beschriebenen Larven mit einem Kiemenloch auf jeder Seite des Halses in beträchtlicher Anzahl zu erhalten; nie aber stiessen wir auf Eier oder Laich oder auf das so sehr von uns gesuchte Larvenstadium mit äussern Kiemen. Es konnte uns aber doch durch Zufall entgangen sein, und so liessen wir eine Grube ausgraben, einen Meter tief und breit und zweie lang, mauerten dieselbe mit Backsteinen aus, und bauten ebenfalls aus Backsteinen und mit Hilfe von Cement ein kleines Wasserbecken, das wir mit dem Ablauf unseres Brunnens speisen konnten. Die Grube füllten wir mit Erde und brachten etwa zweihundert von unseren Blindwühlen nebst reichlicher Regenwurmnahrung hinein; aber so genau wir auch das Wasser täglich untersuchten, wir fanden nie ein Ei darin liegen, dagegen öfters ertrunkene Blindwühlen, welche des Nachts hineingekrochen, und da das

Wasser etwas gesunken war, nicht mehr hatten herauskommen können. Sie waren so wenig an einen Wasseraufenthalt gewöhnt, dass sie, nur eine Nacht darin sich selbst überlassen, durch Erstickung zu Grunde gingen.

Wir waren unterdessen nicht müssig gewesen mit Eröffnen von, uns Tag für Tag zugebrachten Ichthyophiden, hatten aber zu unserer Verzweiflung immer dasselbe Resultat: Ovarialeier in allen Stadien der Entwicklung, ja auch einmal schon losgelöste, im Eileiter befindliche Eier, nie aber in einem Entwicklungsstadium, welches über die ersten Furchungserscheinungen hinausgewesen wäre, und als wir unsere Grube nach einiger Zeit ausleerten und die einzelnen Thiere untersuchten, bekamen wir genau dasselbe Resultat.

Dabei müssen wir bemerken, dass wir auch den Boden selbst durchmusterten, weil ja doch noch die Möglichkeit offen stand, die Eier würden in die feuchte Erde gelegt; auch haben wir in der Folge mehrmals unter unserer Aufsicht zu diesem Zwecke feuchten Boden durchwühlen lassen; wir dachten uns, die Wühle gehe vielleicht behufs Eiablage sehr tief in denselben hinab, weshalb wir bis sechs Fuss tiefe Gruben ausarbeiten liessen; aber wir erlangten doch nie das Ersehnte. Wir müssen auch gestehen, dass gerade eine solche Art der Fortpflanzung, die ohne Analogie bei anderen Amphibien gewesen wäre, uns nicht sehr wahrscheinlich vorkam.

Wir hofften nun Vieles von dem im Monat April einsetzenden und Alles mit einer Fluth von Wasser überschwemmenden Monsum, weil wir uns dachten, die Entwicklung der Wühle sei wohl an bestimmte Jahreszeiten gebunden, und was während der trockeneren Zeit nicht glücken wollte, werde uns in der Regenperiode gelingen. Aber auch jetzt dieselbe Geschichte wie früher.

Wir hatten selbstverständlich die Kulis immer auf die Eier hingewiesen und ihnen alles Mögliche dafür versprochen; aber sie wollten nie welche gesehen haben, und oft sahen wir sie fleissig in den Bächen und in der Erde suchen, aber vergeblich. Da gingen wir zuweilen mit dem Gedanken um, die ganze Sache aufzugeben. Sechs Monate waren wir schon aufgehalten worden und hatten weder Mühe noch Kosten gescheut: die Zeit hatten wir mit der Untersuchung der Anatomie des Thieres zugebracht. Nun aber drängte sich uns die bestürzte Frage auf, ob nicht vielleicht die kostbare Zeit bei längerem Warten ungenutzt verloren würde, ob es nicht besser sei, auch andere Orte zu berühren und einem andern Arbeitsgebiete uns zuzuwenden, und es wurde beschlossen, noch einen Monat zuzusetzen und dann nach Nuwara Eliya, einer Station oben im Gebirge aufzubrechen.

Da nahm mit einem Male die Sache eine glückliche Wendung. Ein Kuli brachte uns ein Häufchen Eier, die wir sofort als Ichthyophis-Eier erkannten, und sagte, er habe dieselben in der Erde gefunden. Nun war es am Tage: Ichthyophis glutinosus ist ovipar und zwar legt er seine Eier in die Erde, ähnlich wie ein Regenwurm oder Blutegel seinen Cocon. Sogleich machten wir alle Kulis mit der Entdeckung bekannt; wir erhielten bald mehr und so reichlich, dass wir befriedigt unsere diesbezügliche Unternehmung für abgeschlossen erklären konnten.

Die grosse Freude, die wir empfanden, als uns die ersten Eier zugetragen und bald darauf, als wir aus den Eiern eines älteren Häufchens die Embryonen mit den schön rothen, äusseren Kiemen am Halse und dem gelben Dotter am Bauche unter Wasser befreiten und nun ihre zierlichen Bewegungen in demselben wahrnahmen, wird nur ein Naturforscher begreifen können. —

DAS EI VON ICHTHYOPHIS.

Bevor wir mit der Schilderung der Embryonalentwicklung beginnen, wollen wir zuerst einen Blick auf den Bau des Ovarialeies werfen und auf die Hüllen, welche der Oviduct dem Eie liefert. Wenn man ein geschlechtsreifes Weibchen öffnet — man erkennt diese leicht am bedeutenderen Umfang ihres Körpers —, findet man in Jedem der zwei langgestreckten Ovarien neben einer erheblichen Anzahl kleiner, unentwickelter Ovula 13—14 grosse, zum Ablösen bereite Eier. Die Gesammtzahl der auf einmal zur Reife gelangenden Eier beträgt also nicht mehr als 26—28. Ihr Aussehen erinnert auf's Lebhafteste an die Eier kleiner Reptilienarten; sie sind von ovaler Form, indem die etwa 9 mm messende Längsaxe die quere um ca. 3 mm übertrifft. Das Gewicht eines solchen Eies beträgt durchschittlich 0,23 Gr. Der Dotter ist von schön strohgelber Farbe und trägt eine rundliche, weisse Keimscheibe, in deren Mitte das Keimbläschen als dunklerer Fleck imponiert. Die Scheibe liegt stets in der Nähe eines der zwei Eipole.

Die Fig. 2 zeigt die natürliche Grösse und Gestalt solcher reifen Eierstockseier und diesen anlagernd eine Anzahl noch ganz unentwickelter Eichen.

Legt man Schnitte durch ein der Reife nahes Ovarialei, so erhält man Bilder, wie Fig. 3 eines wiedergiebt: Von der Mitte der Keimscheibe aus, welche blos durch grössere Feinheit der sie zusammensetzenden Körner von dem umgebenden groben Dotter sich unterscheidet, zieht ein Strang feiner Substanz gegen die Mitte des Eies hin, um dort zu einer kugelförmigen Masse anzuschwellen. Unwillkürlich wird man dabei auf das Frappanteste an die bekannte Anordnung des Dotters im Eie des Hühnchens erinnert, wo ebenfalls von der Keimscheibe aus ein feinkörniger Strang, der Dotterstiel, nach dem Innern des Eies zieht und dort zu einer runden Masse, der sog. Latebra, sich ausweitet. Ohne Zweifel hat diese, den Eiern zweier so weit auseinander stehender Thierclassen gemeinsame Erscheinung einen und denselben physiologischen Grund; hier wie dort wird ihr Auftreten mit der Bildung des Dotters und dem Wachsthum des Eies zusammenhängen. — Eine bei Fröschen unterhalb der Keimschicht beobachtete, durch Pigment markierte Figur von ähnlicher Form scheint eine andere Bedeutung zu haben, da sie dem Keimbläschen, wie schon K. E. v. Baer[1]) aussprach, ihre Entstehung verdankt. —

Die Körner der Keimscheibe, ferner die der Latebra und des Stieles sind zarte, rundliche oder leicht ovale Bläschen; diejenigen des übrigen Dotters dagegen erreichen eine ziemlich bedeutende Grösse und erscheinen meist als ovale, seltener als rundliche, kuchenförmige Gebilde. Selbstverständlich findet man an den Rändern der Keimscheibe und in der Umgebung der von ihr ausgehenden latebraartigen Bildung alle Uebergänge zwischen den Extremen. Drückt man ein grosses Dotterkorn mit dem Deckglas, so platzt es auf höchst eigenthümliche Weise, Fig. 4; doch tritt kein flüssiger Inhalt aus den Rissen aus. Unregelmässige, grosse Dotterschollen, wie sie Spengel[41]) aus jungen Caecilieneiern beschreibt, haben wir bei Ichthyophis nicht gesehen. —

Das Keimbläschen stellt in reifen Eiern ein abgeflachtes und sehr feinkörniges Gebilde dar, ohne scharfe Grenzen und besonderer Keimflecke entbehrend. In Jüngeren hingegen sind, wie auch Spengel erwähnt, deutliche Keimflecke in grösserer Zahl vorhanden; auch hat dann das Keimbläschen einen scharfen Contour, und sein Inhalt zeigt die bekannte netzförmige Anordnung.

Das ganze Ei wird von einer starken, wohl als Dotterhaut zu deutenden Membran umschlossen. Pigment, wie es in den Eiern der meisten Anuren und vieler Urodelen in bedeutender Ausdehnung vorkommt, fehlt dem Eie von Ichthyophis vollkommen.

Sobald die Eier in die Oviducte getreten sind, werden sie von Eiweiss umhüllt und zwar so, dass alle Eier eines Eileiters von einem gemeinsamen Eiweissschlauch umschlossen, wie Perlen an einer Schnur aufgereiht werden. Die jedem Eidotter zunächst auflagernde Eiweissschichte bildet eine zähe Membran, welche an den beiden Eipolen vom Dotter sich abhebt und strangförmig sich auf das nächstfolgende und nächstvorhergehende Ei fortsetzt. Diese Stränge zeigen eine ausgesprochene spiralige Drehung, Fig. 5 und 6 ch, und zwar ist der Strang des einen Poles in entgegengesetzter Richtung gedreht als der des Anderen. Wir haben also eine ächte Chalazenbildung vor uns, wie sie unseres Wissens sonst nur im Eie der Vögel vorkommt.

Der Dotter des Hühnereies wird bekanntlich umschlossen von einer zähen, der Dotterhaut anhaftenden Eiweisslage, membrana chalazifera, welche an den zwei Polen vom Dotter sich abspinnt und sich in zwei in entgegengesetzter Richtung spiralig gedrehte Ausläufer, die Chalazen, fortsetzt. Nach Kölliker[20]) reicht die gegen den spitzen Eipol gerichtete Chalaze bis zur dichteren mittleren Eiweisslage des Eies und haftet dieser etwas an, während die Andere mehr frei im inneren flüssigen Eiweiss flottiert; bei Ichthyophis dagegen setzen sich die Chalazen von einem Eie zum Anderen fort, sie Alle zu einer Kette vereinigend.

Um den Dotter und die Chalazen werden vom Oviducte noch weitere Eiweisslagen abgeschieden, welche an der Drehung nicht participieren, sondern einen ungedrehten Schlauch um die gesammte Eierkette bilden. Es scheint also diese äussere Lage erst im untersten Theile des Eierleiters geliefert zu werden, wo die drehenden Kräfte nicht mehr auf sie einwirken können; möglich auch, dass dieses äussere Eiweiss, so lange es im Eileiter sich

befindet, so dünnflüssig ist, dass es sich nicht in Stränge ausziehen lässt und dann erst beim Ablegen der Eier erhärtet. —

Die erwähnte äussere Eiweissschichte mag etwa eine Mächtigkeit von 1 mm erreichen; in der Fig. 7, welche ein eben abgelegtes Ei in natürlicher Grösse wiedergiebt, ist sie etwas zu dünn ausgefallen, da die Zeichnung nach einem Spirituspräparat angefertigt wurde. Diese Hülle ist übrigens sehr zähe und schwer wegzupräparieren; daher legt sie der Conservierung der ersten Stadien viele Schwierigkeiten in den Weg. Aus der Figur erhellt auch, dass die Eier, welche im Ovarium eine ausgesprochen ovale Form besassen, später eine kugelige Gestalt gewinnen.

Wenn wir nach der Ursache der Chalazenbildung fragen, so ist natürlich die erste Bedingung für ihr Zustandekommen die in Spiralen verlaufende peristaltische Bewegung des Eileiters, welche die Eier zwingt, sich um ihre eigene Axe zu drehen. K. E. v. Baer[2]) nahm dann ferner an, um die spiralige Aufrollung der Stränge zu verstehen, dass entweder die Dotterkugel sich drehe bei Zurückbleiben der Eiweissschnüre oder umgekehrt die Eiweissschnüre bei Verzögerung der Bewegung des Dotters. Kölliker[20]) dachte sich die Sache so, dass die weiche Eiweisshülle um den Dotter rascher gedreht werde, als der Dotter sich bewege, was das Sichausziehen des Eiweisses an beiden Enden zu den Chalazen und die Drehungen derselben in entgegengesetzten Richtungen bewirke.

Wir sind nun der Ansicht, dass es nicht nothwendig sei, eine verschieden rasche Bewegung des Dotters und der Eiweissschnüre anzunehmen, sondern es drehen die peristaltischen Bewegungen des Oviductes den Dotter sowohl wie die Schnüre mit gleicher Geschwindigkeit. Da aber selbstverständlicher Weise die Zahl der Umdrehungen eines Punktes um eine Axe bei einer gegebenen Geschwindigkeit um so grösser ist, je kleiner sein Radius, so müssen solche Punkte, welche der Drehungsaxe näher liegen als Andere, einen vollständigen Weg um dieselbe in einem Zeitabschnitt zurücklegen, in welchem ihr ferner stehende Punkte erst einen Theil ihrer Kreisbahn vollendet haben.

In unserem Falle nun haben diejenigen Punkte, welche auf der Peripherie des grossen Dotters liegen, einen weiteren Weg zurückzulegen, als die der Axe näher liegenden Punkte an der Peripherie des die Eier verbindenden dünnen Schlauches, und daraus folgt, dass diese letzteren Punkte bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit mehr Umdrehungen in einer gegebenen Zeit vollführen als das grosse Ei. Dies zugegeben, muss der dünne Verbindungsstrang der Eier, welcher nicht starr, sondern wie eine Schnur drehbar ist, naturgemäss sich aufwickeln und zu einer tordierten Chalaze werden.

Bekanntlich werden bei zahlreichen Amphibien die Eier durch das Eiweiss der Oviducte zu Schnüren verbunden; doch sind sie darin meistens in unregelmässiger Weise an und neben einander gekittet. Eine rosenkranzartige Anordnung der Eier dagegen wie bei Ichthyophis ist eine seltene Erscheinung. Von Alytes obstetricans hat Vogt[43]) ein solches Verhältniss beschrieben; er erwähnt, dass sich die einzelnen Eier in grösseren Abständen folgen und durch dünne, aus Eiweiss gebildete Stränge, die an der Luft zu zähen

Schnüren erhärten, unter einander verbunden werden. Allein auch bei Alytes fehlt die für Ichthyophis so charakteristische Spiraldrehung der Verbindungsstränge. —

Fassen wir, bevor wir weitergehen, das über das Ei Gesagte noch einmal zusammen, so erhalten wir das bemerkenswerthe Resultat, dass die Eier des Ichthyophis eine bedeutende Aehnlichkeit zeigen mit den Eiern kleiner Sauropsiden. Schon die Grösse des gelben Dotters mit seiner weissen Keimscheibe musste auf den ersten Blick einen solchen Vergleich nahe legen. Aber auch die genauere Untersuchung hat Verhältnisse aufgedeckt, welche im Gebiete der Sauropsiden und specieller noch bei Vögeln ihre Analoga besitzen, wir meinen die Eiweisschalazen und die latebraartige Bildung im Innern des Dotters.

Im übrigen Kreise der Amphibien finden wir in der Regel Eier von ziemlich unbedeutendem Kaliber, wenn auch solche von ansehnlicherem Umfang keineswegs zu den Seltenheiten gehören. Schon durch Rusconi, dessen seltenes Werk uns leider hier nicht zugänglich war, erfahren wir, dass der gefleckte Salamander 5 mm im Durchmesser haltende Dotter, ferner durch F. E. Schulze[40]) und Fräulein von Chauvin[11]), dass Proteus anguinus 3—4 mm grosse besitzt, und auch unter Anuren erreicht der Laich mancher Formen ähnliche Dimensionen. Die durch grosse Eier ausgezeichneten Batrachier legen dann stets nur eine beschränkte Anzahl auf einmal ab und besitzen fast ausnahmslos besondere Einrichtungen der Brutpflege, während Diejenigen, welche ihren Laich einfach in's Wasser absetzen, meist recht kleine, dafür aber sehr zahlreiche Eier producieren.

Immerhin aber ist die Grösse des Ichthyophiseies unter Amphibien eine exceptionelle, und die Geschichte der Embryonalbildung wird uns fernerhin lehren, dass wir hier Verhältnisse vor uns haben, welche vom allgemeinen Schema der Amphibienentwicklung in wesentlichen Punkten abweichen.

BEFRUCHTUNG UND BRUTPFLEGE.

Die Befruchtung des Ichthyophiseies erfolgt innerlich, wie es schon bei der starken Entwicklung der männlichen Begattungsorgane konnte erwartet werden. Wir fanden die mit undulierender Schwanzmembran versehenen Spermatozoen bei geschlechtsreifen Weibchen in grosser Zahl in der Kloake sowohl, als noch eine gute Strecke weit in die Müller'schen Gänge vorgedrungen.

Kurz nach der Befruchtung bereitet sich das trächtige Weibchen zur Eiablage vor; es gräbt sich zu diesem Zwecke in der Nähe irgend eines fliessenden Wassers in der feuchten Erde ziemlich nahe der Oberfläche eine kleine Höhlung, um darin seine Eier abzusetzen. Beim Laichen verwickeln sich die beiden Eischnüre unter einander zu einem

viel verschlungenen Knäuel; ob dies blos zufällig geschieht beim Austreten der Eiketten aus den Oviducten, oder ob die Mutter selber an der Bildung dieser Klumpen sich betheiligt, wissen wir nicht, da wir naturgemäss nie Gelegenheit hatten, das in unterirdischer Höhle stattfindende Eierlegen zu beobachten.

An der Luft verwandeln sich dann nach einiger Zeit die Verbindungsstränge, wie auch die äussersten Eiweisshüllen der Eier in eine zähe, gelbliche Substanz. Dabei verkitten sich im Innern des Knäuels die Schnüre unter einander zu einer compacten, nicht mehr entwirrbaren Masse, welche den ganzen Klumpen auf's Festeste zusammenhält. Die beiden Figuren 8 und 9, von denen die Eine ein Häufchen eben erst abgelegter Eier, die Andere ein solches mit schon weit entwickelten Embryonen darstellt, erläutern dieses Verhältniss besser, als viele Worte es thun könnten.

Das Weibchen verlässt seine Brut nicht mehr, sondern hält mit seinem Körper das Eierklümpchen innig umschlungen und übernimmt so bis zum Ausschlüpfen der Embryonen die Brutpflege. In der ersten Figur hat Maler Mützel nach einer von uns angefertigten Skizze ein brütendes Thier in seiner Erdhöhle dargestellt.

Die Vortheile einer solchen Brutpflege können mannigfaltige sein: erstlich hält das Weibchen auf diese Weise die Eier in gleichmässiger Feuchtigkeit, und einer solchen bedürfen dieselben jedenfalls zu ihrer Entwicklung, da Trockenheit sowohl, als allzu grosse Nässe schädlich wirken müssen. Ferner wimmelt der Boden, in welchem die Ichthyophis leben, von einer grossen Anzahl wühlender Schlangen und anderer Räuber aus den verschiedensten Classen des Thierreiches, und allen Diesen würden die zarten Eier eine willkommene Speise sein. Die Anwesenheit des Mutterthieres schützt dagegen die Brut vor den Angriffen manches beutelustigen Feindes.

Drittens, und das ist vielleicht das Wichtigste, scheinen vom brütenden Weibchen immer noch Nährstoffe den Embryonen zugeführt zu werden; denn es dünkt uns sonst kaum erklärlich, dass ein fertig entwickelter, aus der Eihülle herauspräparierter Embryo fast viermal so schwer ist als das frisch gelegte Ei. Die Eier selbst erleiden während der Entwicklung eine bedeutende Vergrösserung, indem der Durchmesser eines Eies, welches einen reifen Embryo enthält, fast das Doppelte des Ursprünglichen beträgt. Dabei ist jedenfalls Wasser in grossen Quantitäten aufgenommen worden; immerhin aber scheint es kaum wahrscheinlich, dass die ganze starke Gewichtszunahme der Embryonen nur der Aufnahme von Wasser zuzuschreiben sein sollte; es liesse sich ja schon denken, dass das Secret der zahllosen Hautdrüsen unseres Thieres zu einer Ernährung der Brut könnte verwendet werden. Jedenfalls ist zu constatieren, dass Weibchen, welche schon einige Zeit lang ihrem Brutgeschäft obgelegen haben, ausserordentlich mager und so matt sind, dass sie, wenn man sie von den Eiern entfernt, anfangs kaum im Stande sind, sich vorwärts zu bewegen. Mangel an Nahrung kann natürlich zu dieser Erscheinung ebenfalls viel beitragen. Ferner haben wir zu unserem Leide erfahren, dass ein Häufchen Eier, welches uns zur Zeit, als wir von der Brutpflege noch keine Kenntniss hatten, war zugetragen

worden, sich nicht weiter entwickelte und sehr rasch durch Pilze zu Grunde gieng, obschon wir ihm, wie wir glaubten, günstige Lebensbedingungen bereitet hatten. Demnach würde die Brutpflege nicht nur zum Schutze der Eier und zur Regulierung der Feuchtigkeit dienen, sondern sie hätte noch ausserdem eine wichtige Rolle bei der Ernährung zu spielen; doch dürfen wir begreiflicherweise diesen letzteren Punkt nur als wahrscheinlich, nicht als bewiesen hinstellen.

ENTWICKLUNG DER AEUSSEREN KOERPERFORM.

Bei der absoluten Neuheit des Stoffes wird es wohl gerechtfertigt erscheinen, wenn wir, bevor wir uns in eine detaillierte Beschreibung einlassen, zuerst einen allgemeinen Ueberblick über die Entwicklung der äusseren Form unseres Thieres zu geben versuchen, und so wollen wir in diesem ersten Theile unserer Arbeiten an Ichthyophis, soweit es irgendwie thunlich ist, blos auf diejenigen Verhältnisse uns einlassen, welche ohne Anwendung der Schnittmethode zu constatieren sind. In späteren Abschnitten gedenken wir dann die Entwicklung einzelner Organsysteme genauer zu verfolgen. Wir wissen wohl, dass in der Reihe unserer Entwicklungsstadien manche erhebliche Lücke sich findet; aber bei der grossen Seltenheit des Materials und der bedeutenden Schwierigkeit seiner Beschaffung dürfen wir uns überhaupt glücklich schätzen, die Frage der Blindwühlenentwicklung, wenn auch nur in allgemeinen Zügen, für die Wissenschaft gelöst zu haben.

Wie schon erwähnt, werden die Eier von Ichthyophis noch innerhalb des mütterlichen Körpers befruchtet, und so verläuft auch der Furchungsprocess noch während des Aufenthaltes der Eier in den Oviducten. Trotzdem wir mehrere Hunderte geschlechtsreifer Weibchen geöffnet haben, ist es uns doch nur ein einziges Mal gelungen, in den Eileitern Eier aufzufinden. Offenbar geschieht also die Wanderung durch die Oviducte in ausserordentlich kurzer Zeit, und so sind uns leider nie die allerersten Furchungsstadien zu Gesicht gekommen. An den Eiern des eben erwähnten einzigen Fundes war äusserlich von der Furchung bereits nichts mehr wahrzunehmen; die Keimscheibe erschien einförmig weisslich ohne eine Spur von Furchungslinien, und nur das Fehlen des Keimbläschens unterschied sie äusserlich von der gleichen Bildung im reifen Eie des Ovariums.

Um zur Klarheit zu kommen, mussten daher unbedingt Schnittserien durch die Keimscheibe angefertigt werden, und Fig. 29 Taf. III giebt einen solchen Schnitt durch dieses Stadium wieder. Als interessantestes Resultat erhellt daraus, dass die Furchung des Ichthyophiseies eine rein partielle ist, indem nur an der Keimscheibe der Theilungsprocess sich abspielt. Unwillkürlich erinnert unsere Figur an die bekannten Bilder einer Vogel- oder Reptilienkeimscheibe. Oberhalb einer Keimhöhle sehen wir Zellen in mehr-

fachen Lagen, von denen namentlich die Aeusserste schon eine recht regelmässige Anordnung angenommen hat. An den Rändern erkennt man die Keimwälle und den allmähligen Uebergriff der Furchung in immer grobkörnigere Partieen des Dotters, wobei auch die Grösse der Theilstücke immer erheblicher wird. Vom Boden der Keimhöhle knospen stets neue Zellen sich los und lagern sich dem Blastoderm an, während freie Kerne überall zerstreut im Boden der Keimhöhle sowohl, als in der Umgebung der Keimränder, in grosser Zahl sich finden. Der übrige Dotter ist völlig ungetheilt und verhält sich in diesem Stadium ganz gleich wie der Dotter anderer meroblastischer Eier. —

Die Eier der Amphibien gelten bekanntlich im Allgemeinen für rein holoblastisch. Wenn auch vom Frosch schon K. E. v. Baer[1]) erwähnt hat, es sei augenscheinlich, gleichsam mit Fracturschrift geschrieben, dass bei aller Regelmässigkeit der Theilungen die Massen um so grösser werden, je weiter sie nach unten liegen, so wird doch immerhin das Ei durch die ersten Furchen in eine Anzahl vollständig von einander getrennter Theilstücke zerlegt. Schon etwas anders verhalten sich die dotterreichen Eier der Salamandra maculosa. So glaubte Leydig[22]) aus Betrachtung der Figuren Rusconi's folgern zu sollen, dass nur eine partielle Furchung bei diesem Thiere stattfinde. Benecke[5]), der selbst die Furchung des Salamandereies studierte, berichtet darüber, dass allerdings die erste und zweite Furche anfangs nur ein kleines Kreuz auf dem activen Pole bilden, dass ferner eine Aequatorialfurche nicht auftrete, dass aber, nachdem die weisse Calotte des activen Poles in circa 30 Segmente zerfallen sei, die erste Furche sich doch bis zum Gegenpole verlängert habe und dort etwas später von der zweiten Furche geschnitten werde. Damit aber reiht sich die Furchung des Salamandereies immer noch dem holoblastischen Typus an.

Dagegen kennen wir ein der meroblastischen Furchungsweise viel näher stehendes dotterreiches Ei von der Geburtshelferkröte. Vogt[43]) beobachtete, dass selbst die erste Furche nie das Ei vollkommen in zwei Hälften theilte, sondern stets mehr oder weniger gegen den unteren Pol des Eies hin sich verwischte und selten mehr als zwei Drittel der Dotterkugel umfasste. Alle folgenden Furchen zeigen sich nach Vogt nur auf der oberen Polhälfte, während die untere völlig glatt bleibt. Auch die Tiefe dieser Furchen ist nicht mehr so beträchtlich wie bei andern Amphibien, indem Vogt selbst nach Erhärtung nicht finden konnte, dass die Spalten weiter als höchstens ein Viertel des Eidurchmessers nach innen eindringen. A. de l'Isle[25]) lässt die Furchen nicht einmal so weit, wie Vogt angegeben, vorschreiten und sagt, dass jedenfalls Keine über die Mitte des Dotters hin ausreiche.

Die Furchung von Alytes führt uns also allmählig über zu dem endlich ganz meroblastischen Typus des noch weit voluminöseren Ichthyophiseies, wo auf der Keimscheibe allein der Furchungsprocess sich abspielt. Ueber dieselbe hinaus haben wir keine Furchungslinien verfolgen können. Wie erwähnt, ist der Keimpol des Ichthyophiseies, ganz wie Dies bei den Sauropsiden der Fall ist, schon lange vor dem Auftreten der Furchen vom Dotterpol durch seine weissliche Farbe kenntlich, während bei den andern Amphibien, selbst bei

Alytes, vor der Furchung der active Pol, wenn er nicht wie bei manchen Formen durch Pigment markiert ist, vom Entgegengesetzten sich nicht unterscheiden lässt. Aus den angeführten Fällen lässt sich auf's Klarste erkennen, wie bei wachsender Dottermasse das Protoplasma immer mehr an einem Pole des Eies sich concentriert, wodurch dann auch die Ausdehnung des Furchungsprocesses immer mehr beschränkt wird. —

Gleich nach Ablauf des eben beschriebenen Stadiums wird der Laich in die Erde abgelegt; denn kurz nach dem Funde in den Oviducten erhielten wir aus der Erde ein Klümpchen Eier, die in ihrer Entwicklung sich unmittelbar an die Obigen anreihten. Nicht alle Eier dieses Klümpchens waren gleich weit vorgeschritten, so dass wir für diese frühen Stadien eine hübsche Serie gewinnen konnten, Taf. II, 10—16.

Das jüngste Stadium dieses Eierhäufchens giebt Fig. 10 wieder; man erkennt daran nichts als eine graue, durch die Behandlung unregelmässig geschrumpfte Keimscheibe, umgeben von einem helleren Gürtel, dem Keimwall. —

Interessant ist hingegen das nächstfolgende Stadium, Fig. 11. Hier hat sich auf der Keimscheibe ein längliches Embryonalschild abgegrenzt, dessen hinteres Ende durch eine tiefe, quere Furche bezeichnet wird. Die seitlichen Theile dieser Furche krümmen sich in leichtem Bogen nach hinten; ihr vorderer Rand ist stark aufgewulstet, und von ihm aus ragen zwei durch eine longitudinale Grube getrennte Zapfen nach vorne. Diese zwei Buckel sind die ersten Anlagen der Rückenwülste, und die sie scheidende Grube, welche von der Querfurche durch einen schmalen Wall getrennt ist, stellt die beginnende Rückenrinne dar. Der hintere Rand des Querschlitzes ist nicht wulstig erhoben, sondern wir begegnen hier einer sich allmählig in die Tiefe senkenden Fläche. Gegenüber der Anlage der Rückenrinne bemerkt man auch am hinteren Rande der Querfurche die Spur einer nach rückwärts streichenden grubenartigen Einsenkung (Primitivrinne?).

Die Dimensionen der Querfurche sind recht bedeutende; in unserem Stadium erreicht sie eine Ausdehnung von wenigstens $1\frac{1}{2}$ mm.

Es ist selbstredend, dass wir in dieser tiefen Spalte diejenige Bildung vor uns haben, welche als Prostoma von manchen Autoren aufgefasst wird, und höchst auffallend erscheint die Uebereinstimmung unserer auf ein Amphib sich beziehenden Figur mit den durch Kupffer[21]) von Sauropsiden beschriebenen Entwicklungsstadien. Ja es lassen sich manche von Kupffer gewonnene Zeichnungen fast direct auf das eben besprochene Bild von Ichthyophis beziehen, und ebenso verhalten sich Längsschnitte durch dieses Stadium fast identisch wie die Kupffer'schen durch die Reptilienkeimscheibe. Allein wir wollen unserer jetzigen Aufgabe treu bleiben und uns einstweilen nicht auf die innere Anatomie unserer Entwicklungsstadien einlassen, sondern vorerst uns lediglich mit der Betrachtung der Oberfläche begnügen.

Etwas weiter vorgeschritten ist das Stadium der Fig. 12. Das Embryonalschild ist hier, weil das Ei einige Verletzungen erlitten hatte, nicht klar zu erkennen. Die beiden im letzten Stadium blos als kleine Zapfen vorragenden Rückenwülste sind viel mächtiger

geworden; nach vorne zu sind sie in die Länge gewachsen, und hinter der Prostomspalte, oder wie wir sie von jeder Speculation einstweilen absehend lieber nennen wollen, der „hinteren Embryonalgrube“, haben sie sich im Bogen vereinigt. Die Rückenrinne hat sich verschmälert und ist nach hinten in Verbindung getreten mit der Embryonalgrube. Letztere beschreibt nicht mehr wie früher eine Bogenlinie, sondern setzt sich aus zwei unter einem sehr stumpfen Winkel an einander stossenden Schenkeln zusammen. Die seitlichen Enden der zwei Schenkel zeigen eine leichte Gabelung. Gegenüber der Einmündungsstelle der Rückenrinne streicht noch eine leichte Furche caudalwärts. Das ganze Bild stellt somit ein Kreuz vor mit einem längeren, nach der Mitte der Keimscheibe strebenden und einem kürzeren, distalwärts laufenden Schenkel. Die Kreuzfigur sowohl, als die Gabelung der Querfurche sind von Kupffer auch bei Sauropsiden beschrieben worden.

Deutlicher als in den eben geschilderten Stadien tritt in Fig. 13 die runde Keimscheibe hervor, und auf ihr excentrisch gelegen das Embryonalschild, welches hier von rundlicherer Gestalt als früher erscheint. Die Rückenwülste sind nun ausserordentlich klar zu erkennen; ihre vorderen buckelförmigen Enden ragen über das Schild noch hinaus, während sie hinten im Bogen die Embryonalgrube umschliessen. Diese ist kleiner als sie früher gewesen, und ihre nun kürzer gewordenen Querschenkel zeigen keine Gabelung mehr. Ihr vorderer Rand dagegen ist immer noch durch einen steilen Wulst bezeichnet, und die hintere Begrenzung bildet wie früher eine sacht abfallende Fläche. Die stark ausgeprägte Rückenrinne ist mit der Embryonalgrube noch in Verbindung, während der caudale Schenkel der früheren Kreuzfigur gänzlich verschwunden ist.

Dem eben geschilderten Stadium ganz nahe steht das der Figur 14. Nur beschreiben die beiden Rückenwülste zusammen eine mehr oder weniger deutlich leierförmige Figur, indem eine leichte Einschnürung aufgetreten ist, die wahrscheinlich eine Trennung des Kopftheiles von einem Rumpftheil andeutet. Die Rückenrinne ist von der Embryonalgrube wieder wie anfänglich in Fig. 11 durch einen kleinen Wulst getrennt und zeigt namentlich im Rumpftheil eine ziemlich beträchtliche Erweiterung. Die Embryonalgrube hat, wie die Figur erkennen lässt, wieder eine etwas andere Form angenommen, und die Wülste, die sie umschliessen, erscheinen gegen früher sehr stark verschmälert.

Ganz ähnlich verhält sich das nächstfolgende Stadium Fig. 15: es sind lediglich die Rückenwülste noch mehr in die Länge gewachsen, und in gleicher Weise ist auch das Embryonalschild grösser geworden. Deutlich erscheint nun die schon erwähnte Einschnürung hinter dem vorderen Ende der Wülste und die beiden über das Embryonalschild hinausragenden Buckel. Wie früher ist die Rückenrinne am breitesten in der Nähe der Embryonalgrube an der Stelle, wo auch die Wülste ihre grösste Mächtigkeit erreichen. An der Grube selbst und ihrer Begrenzung ist kaum eine Aenderung eingetreten. —

Eine ziemlich beträchtliche Lücke liegt zwischen dem Stadium 15 und dem nächst Folgenden 16; doch lassen sich immerhin die einzelnen Theile noch ohne grosse Schwierigkeit aufeinander beziehen. Die Embryonalgrube besteht noch in fast ebenso starker Ausdehnung

wie früher; nur hat sich die Gestalt ihres vorderen Randes etwas verändert, indem derselbe nun einen caudalwärts vorspringenden Bogen bildet. Erheblich anders ist dagegen das Aussehen desjenigen Theiles der Embryonalanlage geworden, welcher vor der früher erwähnten leichten Einschnürung der Rückenwülste gelegen ist. Dieser hat sich zu einer kleinen Platte, der Kopfplatte, erweitert, an welcher einige paarige Ausbuchtungen in die Augen fallen. Das vorderste, durch eine Grube getrennte Paar derselben muss als Vorderhirnregion, die darauf folgende mächtigste Ausweitung als Mittelhirngegend und das ganz schwache dritte Paar als Hinterhirnanlage gedeutet werden. Der ganze Kopftheil ist von einem neu aufgetretenen Hofe eingefasst, dessen Ränder leicht umgebogen im früheren Schilde sich verlieren. Dieses Letztere hat seine Form etwas verändert und eine mehr eiförmige Gestalt gewonnen. Die Rückenrinne zeigt an zwei Stellen erhebliche Verbreiterungen, erstlich in der Nähe der Embryonalgrube wie schon in früheren Stadien und ferner in der Region des Mittelhirns. Zwischen diesen beiden Stellen ist sie nur als ziemlich schwache Furche zu erkennen.

Die bis jetzt beschriebenen Stadien sind, wie erwähnt, Alle aus einem einzigen Eierklümpchen gewonnen worden; mit der nächstfolgenden Fig. 17 hingegen beginnt eine Reihe, die einer andern Laichmasse entstammt. Leider ist der Schritt von Fig. 16 zu 17 ein ziemlich erheblicher, und namentlich bleiben wir in einiger Unsicherheit bei der Vergleichung der den Embryo umschliessenden Höfe. Aeusserst wahrscheinlich aber ist das vordere, den Embryo kragenförmig umschliessende Schild, welches nach hinten allmählig sich verliert, aus dem die Kopfplatte der Fig. 16 umsäumenden Hofe hervorgegangen. Schwieriger zu entscheiden scheint uns die Frage, ob der hintere grosse Hof, welcher sich in diesem Stadium auch noch weit über die Embryonalgrube hinaus distalwärts erstreckt, das frühere Embryonalschild repräsentiert oder dieses blos einschliesst. —

Der Embryo selbst hat sich gegenüber von früher bedeutend in die Länge gestreckt, ja selbst noch mehr, als es auf unserer Figur der Fall zu sein scheint. Die Embryonalgrube ist noch vorhanden, aber in weit kleineren Dimensionen als früher, und eine Umschliessung derselben durch die Rückenwülste ist nicht mehr zu constatieren. Vielmehr sieht man den Wall, welcher vorne die Grube begrenzt, sich auf jeder Seite hakenförmig nach vorne krümmen. Die Rückenwülste sind lang und schmal, und in ihrem ganzen Verlauf erkennt man die Medullarrinne. Am Kopftheil, an welchem diese Letztere äusserlich nicht mehr erkennbar ist, haben sich die einzelnen Regionen schon recht scharf gesondert. Deutlich gewahrt man das Vorderhirn mit den primitiven Augenblasen, hierauf folgend das Mittelhirn und endlich als kleinere Anschwellung die Hinterhirngegend. Urwirbel sind äusserlich nicht zu erkennen, sind aber, wie Schnitte lehren, in Wirklichkeit schon in grosser Zahl vorhanden.

Das Bild 18 zeigt denselben Embryo mit den ihn umgebenden Höfen in seinem Verhältniss zur Dotterkugel dargestellt; man ersieht daraus, dass derselbe noch nicht ganz die Hälfte des Eies bedeckt. Aus einer Längsschnittserie durch einen Embryo des gleichen Stadiums mit seinem zugehörigen Dotter ist die schematische Figur, Taf. III 19, construiert

worden; auf dem grossen gelben Dotter auflagernd erkennt man leicht den Embryo mit der hinteren Embryonalgrube an seinem caudalen Ende und einer vorderen Einsenkung vor der Anlage des Kopfes. Was uns aber in diesem Stadium besonders interessiert, ist das Verhalten des Dotters. Erstlich ist zu sehen, dass die Umwachsung desselben noch lange keine vollständige ist; wohl trifft man in der Gegend des Dotterpoles freie Kerne an, aber es sind dort noch keine den Dotter umschliessende Zellen vorhanden. Ferner ist zu bemerken, wie unterhalb der Embryonalanlage die Zelltheilung in den Dotter vorschreitet, und wie die Theilstücke immer grösser werden, je weiter nach innen zu sie liegen. Im Ganzen ist übrigens erst eine im Verhältniss zur Dottergrösse sehr schmale Rindenzone durchfurcht worden, während die centralen und die dem Dotterpol nahe liegenden Eipartieen völlig ungetheilt geblieben sind. Freie Kerne sind in grosser Zahl verbreitet, nur gegen die centralen Eitheile hin werden sie seltener und seltener. Es entspricht dieses Weiterschreiten der Zelltheilung in den Dotter ohne Zweifel der bei Sauropsiden aufgefundenen und als secundärer Furchungsprocess bezeichneten Erscheinung.

In Fig. 20 ist ein kleiner Theil des unterhalb des Embryos liegenden Dotters genauer wiedergegeben; man erkennt die unregelmässigen, polyedrischen Blöcke, in welche der grobkörnige Dotter zerfällt und eine Menge Kerne in den Theilstücken sowohl als frei in ihrer Umgebung. —

Doch kehren wir zum Embryo selbst zurück, den wir im Stadium der Fig. 17 verlassen haben, und dessen nächste Entwicklungsstufe die Fig. 21 uns vorführt. Die den Embryo umgebenden Höfe verhalten sich noch sehr ähnlich wie früher; nur ist die den Embryo des letzten Stadiums blos kragenförmig umschliessende Falte nach hinten gewachsen und mit derjenigen der anderen Seite in Verbindung getreten. Die hintere Embryonalgrube ist immer noch offen, wenngleich schon wieder etwas weniger als in Fig. 17. Der Rumpftheil der Embryos hat sich noch mehr in die Länge gestreckt; in seinem ganzen Verlaufe erscheint die Rückenrinne blos als schwach durchschimmernde Linie erkennbar. Ferner treten die im letzten Stadium von aussen noch nicht sichtbaren Urwirbel deutlich hervor.

Noch beträchtlicher sind die Veränderungen, welche der Kopftheil erlitten hat. Das Vorderhirn mit den Augenblasen hat bereits eine Beugestellung angenommen, so dass nun das Mittelhirn das vordere Ende der Embryonalaxe bildet, und fernerhin machen sich seitlich vom Hinterhirn die Anlagen der Gehörorgane bemerklich.

Wenn man den Kopf dieses Embryos von der Seite betrachtet, Fig. 22, so tritt die Beugestellung desselben noch klarer hervor, und die drei Gehirnabschnitte sind leicht zu unterscheiden. Am Augenblasen tragenden Vorderhirn erkennt man ferner, besonders leicht bei der Ansicht von unten, Fig. 23, zwei kleine Grübchen, die Anlagen der Geruchsorgane, und die am Hinterhirn sitzenden Ohrgruben sind sowohl bei der Seitenansicht, als auch bei Betrachtung des Kopfes von der Rückenfläche, Fig. 24, klar zu sehen. Die Seitenplatte des Kopfes (Kiemenplatte) stellt noch eine glatte Fläche ohne Bogen oder Spalten dar.

Bei dem von unten dargestellten Kopf eines ungefähr gleichweit entwickelten Embryos, Fig. 25, ist ausser der starken Krümmung des Vorderhirns mit seinen Augenblasen Nichts weiter zu bemerken, und ebenso bietet die Ansicht desselben von oben, Fig. 26, mit Ausnahme einer Anzahl aus der hintern Hirngegend entspringender Nerven nichts wesentlich Neues.

Dagegen zeigen sich bedeutendere Veränderungen am Kopfe des etwas älteren Embryos, Fig. 27: Das Vorderhirn mit den grossen Augenblasen hat sich stark eingefaltet und umgebogen, so dass die Riechgruben, welche anfangs einfach an der unteren Fläche des Vorderhirns gelegen hatten, in tiefe Buchten sind hineingeschoben worden. Gehörorgan und Urwirbel treten deutlich hervor. Fast das Gleiche gilt auch für den noch etwas älteren Kopf, Fig. 28, und es ist dabei noch zu bemerken, dass in diesem Stadium die hintere Embryonalgrube immer noch offen steht. —

Zwischen den Embryonen des eben hinter uns liegenden Stadiums und denen der nächsten Eierfunde haben wir wieder eine Lücke in unserem Material zu verzeichnen; denn das zunächst an das Vorhergehende sich Anschliessende ist die auf Tafel IV dargestellte Embryonenreihe.

Wir beginnen mit Fig. 30. Der Embryo ist gegenüber von früher wiederum gewachsen, er krümmt sich um den grossen, runden Dotter herum, so dass die Schwanzspitze beinahe den Kopf erreicht. Sehr stark prononciert zeigen sich die Scheitel- und die Nackenbeuge. Vom mächtigen Mittelhirn, welches am vorderen Ende der Embryonalaxe liegt, fällt der Vorderkopf unter rechtem Winkel ab, und an der Spitze dieses letzteren Theiles erkennt man eine der sich nun bildenden Vorderhirnhemisphären und lateralwärts von ihr die ungeheuer grosse Nasengrube. Ueber und etwas hinter derselben liegt das Auge, welches bereits mit einer Linse versehen ist. Auf das Mittelhirn folgt nach hinten die beträchtliche Einsenkung des vierten Ventrikels. Das Gehörorgan ferner tritt, da seine äussere Oeffnung sich geschlossen hat, seitlich vom Hinterhirn nicht mehr als Grube, sondern als kleiner Wulst hervor. Die meisten der eben angeführten Organe sind schon früher angedeutet gewesen; als neue treten nun in diesem Stadium die Visceralfortsätze hinzu, welche als starke, vorspringende Knötchen erscheinen. Auf den Ober- und Unterkieferfortsatz folgt der Hyoidbogen und dann drei Kiemenknötchen, von denen die zwei Ersten schon eine beträchtliche Grösse erreicht haben, während das Dritte erst als kleines Knöpfchen hervorragt.

Der Kopf desselben Embryos von der Ventralseite betrachtet, Fig. 32, zeigt die grosse Mundöffnung, umstellt von den kolbigen Enden der Ober- und Unterkieferfortsätze und vorne begrenzt vom Stirnnasenfortsatz; das Herz ist nur schematisch angedeutet worden.

Wenn man denselben Kopf von oben besieht, Fig. 33, erkennt man die Contouren des Mittelhirns und an den Seitenrändern die vorspringenden Visceralbogen; ferner erscheint der mächtige Sinus rhomboideus und seitlich davon die Gehörorgane; von vorne endlich, Fig. 34, sind die beiden noch kleinen Hemisphären mit den Nasengruben und am Zwischenhirn die Glandula pinealis zu sehen.

Die natürliche Grösse dieses Embryos mit seinem Dotter versinnlicht die Figur 31, und die Hinweisstriche zu den einzelnen eben besprochenen Organen finden sich an der nur in Umrisslinien gehaltenen Figur 35 angebracht, welche ein dem Vorhergehenden auf's Engste sich anschliessendes Stadium darstellt. In der That sind daran keine erheblichen Abweichungen vom Früheren zu constatieren; es sind blos die drei Kiemenknötchen ein bischen länger geworden; auch hat der Unterkieferfortsatz an Breite gewonnen, und sein unterer Rand ist leicht eingebuchtet, während der Oberkieferast sich noch ganz wie früher verhält. Das Herz wird durch das Oval h angedeutet. Nach aussen von ihm befindet sich eine andere kleine Hervorragung x, von der es höchst zweifelhaft ist, ob sie vielleicht für eine Spur einer vorderen Extremitätenanlage könnte angesprochen werden.

Wichtigere Veränderungen bringt das folgende Stadium, Fig. 36. Erstlich ist die Kopfbeuge eine andere geworden, und die Einbuchtung hinter dem Mittelhirn schneidet viel tiefer ein als früher. Dann aber sind an den Visceralfortsätzen sonderbare Erscheinungen aufgetreten. Während der Mandibularbogen mit seinem Oberkieferfortsatz und ebenso der Hyoidbogen noch ungefähr gleiches Aussehen wie früher besitzen, sind die zwei folgenden Knoten bedeutend in die Länge gewachsen und krümmen sich nach auf- und rückwärts. Und damit beginnt die Bildung der für die Deutung der Stellung, welche den Caecilien im System der Amphibien zukommt, so wichtigen äusseren Kiemen. Der dritte Kiemenfortsatz ist immer noch ausserordentlich klein und wird durch die beiden Vorderen dem Auge entzogen. Auch bei der dorsalen Ansicht des Kopfes, Fig. 37, sind die beiden umgebogenen Kiemenfortsätze klar zu sehen, ferner das Dach des vierten Ventrikels, die Ohrenanlagen und die Medulla oblongata.

Im Stadium 30 erschienen alle Visceralfortsätze, der mandibulare, der hyoide und die Kiemenknoten von völlig gleichem Aussehen; im Stadium 36 krümmen sich zwei derselben plötzlich nach hinten und oben, um zu äusseren Kiemen zu werden, und so drängt sich die Frage auf, ob nicht phylogenetisch alle die Fortsätze, auch die Vorderen, die Bedeutung von äusseren, die grosse Schlundöffnung umstellenden Kiemenbildungen besitzen könnten? Allein wir wollen nicht über die Aussprache dieser Vermuthung hinausgehen und in späteren Abschnitten wieder darauf zurückzukommen suchen.

Trotz der ziemlich erheblichen Kluft zwischen den eben besprochenen Bildern und dem Stadium der Figur 38 müssen wir uns doch direct zur Beschreibung dieser Letzteren wenden, da es uns nicht gelungen ist, Zwischenstufen zu erbeuten. Der Embryo ist nun schon so sehr in die Länge gewachsen, dass Kopf und Schwanz neben einander zu liegen kommen; der ganze Vorderkörper hat sich bereits vom Dotter abgehoben; der Kopf ist wohl ausgebildet, obschon noch weit von der definitiven flachen Form entfernt; vielmehr ist er höher als lang und stumpf. Das Auge ist ausserordentlich gross und rund mit weit geöffneter Pupille. Das am allermeisten in die Augen Fallende aber sind drei Kiemenfedern, welche jederseits am Halse sich erheben; was ihre Entstehung betrifft, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie sich hervorgebildet haben aus den drei Fortsätzen, welche wir schon

bei Fig. 30 beschrieben haben, und von denen wir in Fig. 36 die zwei Stärkeren nach oben und hinten sich haben umbiegen sehen. Auch jetzt noch sind die zwei Vorderen weit grösser als der Dritte, der von Anfang an der schwächste gewesen ist. Diese drei Knötchen sind offenbar stark gewachsen und haben seitliche Divertikel getrieben, wodurch das ganze Gebilde das zierliche Aussehen einer Feder gewonnen hat.

Kaum weniger bemerkenswerth als die äusseren Kiemen sind die in diesem Stadium zuerst sichtbaren Hautsinnesorgane. Eine starke Seitenlinie läuft dem ganzen Körper entlang bis zur Schwanzspitze; ein Kränzchen von solchen Organen umgiebt ferner das grosse Auge, und von ihm aus zieht eine weitere Reihe zur Nasenöffnung hin; eine andere Linie beginnt an der Schnauze und läuft unterhalb vom Auge durch zur Kiemenbasis, von welch letzterer Stelle aus eine fernere Reihe zum Mundwinkel und von dort längs des Unterkiefers nach vorne strahlt. Die Anordnung dieser Sinnesorgane an der Kehle erläutert Figur 39, und die Abbildung 40 lässt die beiden Hauptlinien des Körpers von der dorsalen Seite her erkennen. Auf den Bau dieser Organe werden wir später ausführlich zurückkommen; hier nur noch die Bemerkung, dass die Einzahl der an jeder Seite des Körpers verlaufenden Linien sonst bei Amphibien nicht gewöhnlich ist, indem in der Regel mehrere über einander liegende Organreihen constatierbar sind [vide Malbranc[26])].

Am Schwanze unseres Embryos beginnt sich ein Flossensaum zu entwickeln, Fig. 41, und deutlich kann man an diesem Körpertheil die Muskelsegmente (Myomeren) erkennen, wie dies in gleicher Weise bei den Larven anderer Amphibien der Fall ist.

Etwas weiter entwickelt ist der Embryo, Fig. 42, Taf. V; namentlich hat der Kopf, indem er flacher und länger geworden, mehr die definitive Form angenommen; der Embryo sitzt noch immer mit einem grossen Theile seines Körpers dem mächtigen gelben Dotter breit auf, welchen ein ausserordentlich reiches Gefässnetz zierlich umspinnt. Der Dotter hat in diesem Stadium eine Torsion erlitten, und wenn wir ihn mit dem Dotter früherer Stufen vergleichen und ihn nach Abtrennung des Embryos wägen, so ergiebt sich auffallender Weise, dass er weder an Grösse noch an Gewicht sich erheblich verändert hat; ja bei manchenEmbryonen scheint er sogar etwas voluminöser als früher zu sein. Dieses Letztere lässt sich allerdings nicht sicher constatieren, da die Dottermasse erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Immerhin ist soviel sicher, dass der Embryo riesig gewachsen ist, ohne den Dotter merklich zu consumieren, und so wollen wir hier noch einmal auf die Bemerkungen über die Brutpflege verweisen. Die Eihülle ist in diesem Stadium sehr stark ausgedehnt, was ohne Weiteres klar wird, wenn man erfährt, dass der aus einem Ei herauspräparierte Embryo der Fig. 43 in natürlicher Grösse dargestellt ist.

Dieses unendlich zierliche Geschöpf trägt jederseits am Halse einen Strauss von drei mit paarigen, zarten Fiedern geschmückten Kiemen, die in diesem Stadium noch weit vollkommener ausgebildet sind, als dies im Letzten der Fall gewesen. Im Leben sind diese Kiemenfedern schön blutroth gefärbt, ganz wie das Bild es zeigt, welches unser singhalesischer Maler de Alwis mit grosser Naturtreue entworfen hat. In der Eiflüssigkeit

bewegen sich die Federn hin und her; ihre Grösse ist ungleich; die Längste schaut, wenn der Embryo aus dem Ei herauspräpariert im Wasser sich frei entfaltet, nach hinten, die Zweitlängste nach vorne und die Kürzeste nach oben. Diese Letztere ist, obschon sie ihrer Stellung nach die zweite zu sein scheint, doch in Wirklichkeit die dritte Kiemenfeder, während die lange, nach hinten schauende ihrer Ansatzstelle nach die Zweite und nicht die Dritte repräsentiert. Bei einem etwa 4 cm langen Embryo haben wir die Federn gemessen; die Längste war etwa 20, die Kürzeste nur etwa 9 mm lang. Die Körperfärbung dieser Embryonen ist graublau, am Bauche heller und längs des Rückens dunkler. Die beiden strohgelben Seitenbänder des erwachsenen Thieres fehlen noch; erst bei älteren Larven werden sie als blasse Streifen auf dem uniformen Grunde sichtbar. Die Augen dieser Embryonen sind relativ gross, und der gelbe Dotter ist noch in bedeutender Masse vorhanden.

Ausserordentlich wichtig ist die Beschaffenheit des Schwanzendes in diesem Stadium nicht blos des Flossensaumes halber, sondern vor Allem wegen des deutlichen Auftretens hinterer Extremitätenspuren. Figur 44 zeigt eine Schwanzspitze von der Seite, und da fällt ohne Weiteres ein kleiner, nach unten und vorwärts ziehender Wulst in die Augen, welcher auf nichts Anderes als auf eine hintere Extremität bezogen werden kann. Dasselbe Resultat wird aus der Betrachtung des Schwanzes von der Bauchseite her gewonnen, Fig. 45; zugleich erkennt man hier auch die wulstige Erhebung der Kloakenränder. —

Die Erscheinung der hinteren Extremitäten ist ausserordentlich flüchtig; schon im nächsten Stadium, Fig. 46, sind sie nicht mehr zu erkennen, und ebenso wenig waren sie bei früheren Embryonen zu sehen.

Von einer vorderen Extremität haben wir eine zweifellose Spur trotz wiederholten Suchens nicht auffinden können; aber nachdem wir nun das fast spontane Auftreten und Wiederverschwinden der hinteren Extremität kennen gelernt haben, lässt sich der Fall schon denken, dass uns vielleicht das für das vordere Beinpaar günstige Stadium nicht in die Hände gefallen sein mag. Das bei Fig. 35 erwähnte Knötchen wird wohl eher mit dem Herzen als mit einer Extremität etwas zu thun haben.

Erst nachdem der Embryo die beträchtliche Grösse der Figur 43 erreicht hat, beginnt er merklich den Dotter aufzuzehren, und im Stadium 46, in welchem das Thier schon zur enormen Länge von etwa 7 cm angewachsen ist, obschon es immer noch in der Eihülle eingeschlossen liegt, ist der Dotter völlig aufgenommen worden. Die Kiemen dieses Embryos haben sich schon um eine Kleinigkeit zurückgebildet, und an der Basis der hintersten Kiemenfeder bricht nun auf eine noch nicht näher untersuchte Weise ein Kiemenloch durch, Fig. 48.

Wie der Embryo zusammengerollt in seiner stark ausgedehnten Eihülle liegt, lässt sich in Fig. 47 erkennen. Nachdem die Embryonen ungefähr die Länge von 7 cm erreicht, also etwa die Grösse der Figur 46 gewonnen haben, manchmal auch etwas früher, verlassen sie das Ei, welches in Folge des hohen Druckes der eingeschlossenen Flüssigkeit jedenfalls ausserordentlich leicht platzt.

Die ausgeschlüpften Thiere wählen sich Flüsse zu ihrem weiteren Aufenthalt. Da nun aber, wie oben erzählt wurde, die Ablage der Eier zwar in der Nähe von fliessendem Wasser, aber doch inmitten der festen Erde geschieht, so müssen die eben aus dem Ei getretenen Thiere nothgedrungen, um ihr Ziel zu erreichen, eine Wanderung unternehmen. Dabei werden jedenfalls die zarten äusseren Kiemen, sollten sie nicht schon beim Verlassen der Eischale abgefallen sein, weggestreift.

Ins Wasser gelangt werden nun unsere Thiere zu aalartig sich bewegenden Larven. Es besitzen dieselben jederseits ein Kiemenloch, in dessen Höhlung die Enden zweier Kiemenbogen sichtbar sind; aber es fehlen diesem Stadium sowohl äussere als innere Kiemenbildungen; die Lungen sind schon wohl entwickelt, und wir konnten an Larven, die wir lebend hielten, beobachten, dass sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kamen, um Luft einzuziehen; daneben liess sich constatieren, dass sie Wasser einschluckten und dasselbe wieder durch die Kiemenlöcher ausströmen liessen; doch ist wohl sicher anzunehmen, dass dies blos zu Nährzwecken geschieht. Den Schwanz umgiebt ein Flossensaum, das Auge ist gross und deutlich, Tentakel sind noch nicht sichtbar.

Das Larvenleben im Wasser muss ziemlich lange dauern; denn wenn Figur 49 die Kleinste der von uns gefangenen Larven in natürlicher Grösse darstellt, so giebt Fig. 50 die Grösste, welche wir bekamen, wieder. Diese Letztere hat bereits eine Länge von etwa 17 cm, während die Kleinste nicht einmal die Hälfte davon erreicht hat, ja sogar, wie aus der Figur ersichtlich, noch etwas kleiner ist als unser grösster aus einem Ei herauspräparierter und in natürlicher Grösse dargestellter Embryo, Fig. 46. Absolut giltige Maasse können also nicht angegeben werden.

Mit Hautsinnesorganen sind diese Wasserbewohner reichlich versehen; dieselben sind leicht als weisse Punkte auf der grauen Haut zu erkennen; ihre Anordnung ist auf den Figuren 51 bis 54 dargestellt. Die Zahl der Sinnesorgane einer Seite vom Kiemenloch bis zur Schwanzspitze beläuft sich bei einer Larve, wie die in Fig. 52 Dargestellte, auf etwa 50 Stück. Die Histologie derselben verschieben wir auf später.

Endlich schliesst sich das Kiemenloch der Larve, der Flossensaum schwindet, die Tentakeln, schon in der Larve angelegt, kommen zum Vorschein, die Haut erhält eine total neue Structur und aus der fischartig lebenden Larve wird ein wühlendes, unterirdisch lebendes Landthier, das sich seinem alten Elemente so sehr entfremdet, dass es, wenn zum Aufenthalt im Wasser gezwungen, schon im Laufe einer Nacht rettungslos zu Grunde geht.

HISTORISCHE, SYSTEMATISCHE UND VERGLEICHENDE BEMERKUNGEN.

Was bis zur Zeit, da wir an die Entwicklungsgeschichte von Ichthyophis glutinosus traten, von der Fortpflanzung der Blindwühlen bekannt war, beschränkt sich auf Weniges:

Joh. Müller[29, 30, 31]) entdeckte die Larve von Ichthyophis glutinosus im Museum von Leyden und nahm nunmehr dreimal Gelegenheit, sich über die äussere Form und die Anatomie derselben zu verbreiten. Er förderte manche, sehr wichtige Thatsache zu Tage, auf welche wir jeweilen bei Gelegenheit der Bearbeitung der einzelnen Systeme hinweisen werden. Hier nur soviel als sich auf die äussere Form bezieht, deren Schilderung und Betrachtung wir den laufenden Abschnitt gewidmet haben. Nach Joh. Müller's Ergebnissen findet sich jederseits am Halse der Larve ein Kiemenloch, welches sich als eine Hautvertiefung kundgiebt; im Grunde derselben setzen zwei Kiemenspalten die Schlundhöhle in Verbindung mit der Aussenwelt. Der Schwanz der Larve trägt einen sehr zarten Flossensaum; Lungen sind schon vorhanden; die Larve athmet also Luft. Alle Verhältnisse erinnern sehr an Amphiuma unter den Derotremen. Das Vorhandensein von Kiemenlöchern und eines Ruderschwanzrudimentes beweisen, dass Ichthyophis sich verwandelt, also ein ächtes Amphibium nudum ist. —

Es war gewiss ein grosser Zufall gewesen, dass mit den zoologischen Sammlungen aus den östlichen Tropen zwei Ichthyophislarven nach Europa gekommen waren, und so vergiengen denn auch manche Jahre, während deren die Angaben Joh. Müller's die einzigen blieben, welche von der Entwicklungsgeschichte der Blindwühlen einige Kunde gaben; denn erst im Jahre 1864 erschien wiederum eine Notiz von Peters[32]) über eine junge Caecilia glutinosa mit Kiemenlöchern aus Malacca. Es betrifft dies ebenfalls unsern Ichthyophis glutinosus, wie schon Joh. Müller's Angabe, wobei des Weiteren darauf aufmerksam gemacht wird, dass neben und zwischen den Kiemenöffnungen die äussere Haut etwas hervorrage und gezackt erscheine, wonach wohl hier längere Kiemen gestanden hätten. Die Augen seien viel deutlicher, als beim erwachsenen Thiere, und unmittelbar vor jedem derselben befinde sich eine winklige Vertiefung. —

Wir verlassen hier kurz den historischen Gang unserer Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Caecilien überhaupt, um noch zu erwähnen, dass über die Entwicklung von Ichthyophis glutinosus in neuester Zeit Boulenger[6]) einige weitere Angaben macht. Er weist darauf hin, dass der Kopf der Larve fischartig sei und sehr entwickelte Lippenlappen habe, überhaupt dem von Amphiuma sehr ähnlich sehe. Dann bildet

Boulenger eine vom Oberst Beddome eingelieferte, ganz auffallend grosse Larve von Ichthyophis monochrous Bleek. aus Malabar ab, welche im übrigen mit den Larven von Ichthyophis glutinosus äusserlich in Allem übereinstimmt, wonach ziemlich sicher geschlossen werden darf, dass diese, der andern überhaupt sehr nahe stehende Species auch den gleichen Entwicklungsgang nehmen werde. —

Im Jahre 1874 trat Peters mit einer Angabe über die Entwicklung einer amerikanischen Blindwühle Typhlonectes compressicauda (Peters) (= Caecilia compressicauda D. und B.) hervor, worin er uns mit Verhältnissen bekannt machte, die von den bei dem altweltlichen Ichthyophis glutinosus Bekannten ganz und gar abweichend waren[33]). Es wurde ihm ein trächtiges Weibchen zugesandt, welches ursprünglich im Ganzen sechs Junge in sich getragen hatte; daraus erfuhr Peters zunächst, dass die Blindwühlen wenigstens zum Theil lebendig gebärend seien. Höchst merkwürdig war nun aber das Aussehen der Embryonen, welches mit dem der Larven von Ichthyophis glutinosus keineswegs übereinstimmte. Gleich die Mächtigkeit der Geschöpfe war auffallend; eines war 157 mm lang bei einer Dicke von 12 mm, während die Ichtyhophislarven durch aalartige Schlankheit sich auszeichnen; ferner fehlte der bei Ichthyophis beobachtete senkrechte Flossensaum des Schwanzendes, und endlich war keine Spur von seitlichen Kiemenöffnungen vorhanden; dagegen berichtet Peters, dass am Nacken zwei 55 mm lange, glatte, unregelmässig gestaltete, verschieden zusammengeschnürte Blasen hervorragten, auf denen sich ein Gefässstamm verzweige und welche an der schmalen, queren Basis mit einander zusammenhiengen, über deren ursprüngliche Lagerung ferner sich aus ihrer platten, convex-concaven Gestalt folgern lasse, dass sie dem Körper dicht angelegen hätten. Nach dem Abfallen der Blasen bleibe eine epidermislose, quere Narbe zurück.

Erst im Jahre darauf gab Peters eine Abbildung des merkwürdigen Embryos von Typhlonectes[34]), welche in der That am Nacken des Geschöpfes grosse, ganz und gar verdrehte und verwickelte Häute zeigt.

Wir gestehen gerne, dass wir die Abbildung nicht recht verstanden, dass wir nicht wohl einsehen konnten, in welcher Weise diese zerknitterten, höchst fremdartig aussehenden Gebilde auf die Kiemen anderer Amphibien zurückführbar sein möchten und wandten uns an den derzeitigen Vorsteher des Berliner zoologischen Museums, Herrn Prof. E. von Martens, mit der Bitte, das Original uns ansehen zu dürfen. Herr Prof. von Martens war nicht allein so freundlich, dies uns zu gestatten, sondern er erlaubte uns in entgegenkommendster Weise, den Embryo für kurze Zeit nach unserer Wohnung zu nehmen, wofür wir ihm hiemit herzlichen Dank sagen.

Zunächst haben wir zu constatieren, dass die Abbildung von Peters durchaus naturgetreu den Embryo wiedergiebt, wie er im Spiritus aufbewahrt ist. Wir suchten jedoch über die Kiemen etwas mehr in's Klare zu kommen, was freilich bei der ausserordentlichen Zartheit des einzigen Exemplars — (schon Hr. Wrzesniowski, welcher die Caecilie an Peters gesandt hatte, wies darauf hin, dass die Nackenkiemen überaus leicht

abrissen) — eine recht heikle Aufgabe war. Es gelang uns jedoch, die grössere, linke Kieme so mittelst Glasplatten auszubreiten, dass die folgende Skizze des Embryos gezeichnet werden konnte.

Embryo von Typhlonectes compressicauda, (Pet.)

Aus dieser erfahren wir, dass die Kiemen nicht blasenförmig, wie Peters glaubte, sondern blatt- oder besser lappenartig beschaffen sind und deshalb am besten Kiemenlappen genannt werden mögen. Schon der Finder des Thieres, Hr. Jelski, hatte von Häuten gesprochen, der Uebersender an Peters, Hr. Wrzesniowski von membranösen Auswüchsen, weiter unten freilich von „der abgerissenen Nackenblase". Unsere Kiemenlappen sind nun allerdings nicht etwa papierdünn, sondern wie ein nassgemachtes, dickes Löschblatt, und es ist leicht zu unterscheiden, dass sie aus zwei aneinandergelegten Membranen bestehen. Zwischen diesen liegen an einigen Stellen kleine Luftblasen, die sich vielleicht in Folge der Zersetzung des Blutes in den Kiemenlappen gebildet haben, und diese mögen die Meinung hervorgerufen haben, die letzteren seien blasenförmig; es war jedoch leicht zu constatieren, dass die beiden, den Kiemenlappen zusammensetzenden Lamellen mit einander verwachsen sind.

Die Lappen haben eine concave Form, wonach sie jedenfalls den Leib des Embryo eingehüllt haben, wie schon Peters hervorhebt. Beide waren an ihrer Basis um einander herumverdreht, und da noch dazu kam, dass der rechte Lappen nur noch mittelst eines feinen Fadens am Nacken festhieng, war dies ein für die Untersuchung höchst fataler Umstand. Wir haben es belassen müssen, wie es war und wie auch Peters es darstellt; in unserer Skizze aber ist das Verhältniss entwirrt gedacht und gezeichnet.

Die Kiemenlappen werden uns morphologisch leicht verständlich, wenn wir uns daran erinnern, dass die Entwicklung aller äusseren Amphibienkiemen in der Form kleiner Blasen beginnt, welche erst secundär die Kiemenfiedern hervortreiben. Hier bei Typhlonectes compressicauda ist offenbar der letztere Vorgang unterblieben, und die ursprünglichen Kiemenbläschen sind zu enormen, lappenartigen Anhängen ausgewachsen; dabei finden wir von den drei äusseren Kiemenpaaren der Amphibien hier nur ein einziges entfaltet. —

Um über die Kiemen des Typhlonectesembryos in's Klare zu kommen, war nicht der einzige Grund, weshalb wir denselben untersuchen wollten. Wir hatten erwartet, an demselben auch die Seitenorgane aufzudecken, die wir so schön ausgebildet an Ichthyophis-Embryonen und -Larven vorgefunden hatten. Seltsamer Weise aber konnten wir gar nichts erkennen, was denselben auch nur von ferne ähnlich gesehen hätte. Wir untersuchten

alle die Stellen, wo die Organe sonst allgemein besonders zahlreich vorkommen, wie die Lippenränder, die Stelle um die Kiemen u. a. m., aber vergeblich. Dagegen war der ganze Körper schon mit Hautdrüsen besät, welche mit den Seitenorganen keineswegs verwechselt werden können; denn die letzteren haben stets etwas geronnenen Schleim in ihrer Oeffnung, wodurch sie mit der Loupe betrachtet weisslich und von etwas rauhem Ansehen sind. Auch schien uns die Epidermis des Embryos nicht abgestreift, demzufolge die Seitenorgane unkenntlich geworden wären, da derselbe gut erhalten schien und auch sorgfältig behandelt worden war, wie aus den von Peters uns mitgetheilten Berichten hervorgeht.

Sollte sich dieses Fehlen der Seitenorgane bestätigen, so wäre dies eine nach jeder Richtung auffallende Thatsache. Die Seitenorgane erhalten sich mit grosser Zähigkeit auch unter Umständen, wo wir einen Nutzen derselben für ihren Träger nicht zugeben können. So zeigen sie die Embryonen von Ichthyophis glutinosus schon in sehr frühen Entwicklungsstadien, wo sie sich noch lange Zeit innerhalb der schützenden Eihülle befinden; noch mehr, auch der Embryo von Salamandra atra, welcher zu keiner Zeit als Larve ein Leben im Wasser führt, sondern auf dem Lande selbst geboren wird, besitzt nach Malbranc Seitenorgane ([26] pag. 39). Wir dürfen also mit ziemlicher Sicherheit so viel vermuthen, dass die Jungen des Typhlonectes in dem zur Geburt reifen Entwicklungsstadium gar nicht für das Leben im Wasser bestimmt sind, sondern auf dem Lande geboren werden, ihre Kiemenlappen abwerfen und ohne weiteres wie die Alten im Boden leben. Dass in früheren Entwicklungsstadien des Embryos die Seitenorgane vorhanden sind, darüber besteht für uns kein Zweifel.

Peters zog nun aus dem Berichte, welcher ihm über den Fang des ihm übersandten Typhlonectes zugekommen war, den Schluss, dass man die Caecilien zu einer bestimmten Jahreszeit im Wasser und nicht im Morastboden aufzusuchen habe. Dass dies für Ichthyophis nicht gilt, ist nun nicht mehr nöthig, hervorzuheben; aber auch aus der Erzählung vom Fang jenes Typhlonectes geht auch für diesen ein periodischer Aufenthalt im Wasser nicht zwingend hervor; es heisst darin: „Indem man das Zugnetz an das Ufer heranzog und das Wasser mit Händen und Füssen trübe machte, nöthigte man die Fische ihre Schlupfwinkel in Höhlungen und zwischen den Wurzeln der am Ufer stehenden Bäume zu verlassen. Im Verlaufe der Jagd stiess plötzlich der Neger, welcher die Fische vom Ufer verscheuchte, einen heftigen Schrei aus etc.“ Es ist nun hier die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, dass die im Boden des Ufers ruhende und eben im Kreissen begriffene Blindwühle durch das Durchstöbern des Ufers beunruhigt wurde, in's Wasser kroch und durch Schwimmen zu entkommen suchte. Sie gebar in einem Gefässe eines ihrer Jungen, welchem offenbar über dem Geburtsacte die Kiemenlappen abgefallen waren; denn in dem Berichte heisst es: „Gleichzeitig mit dem ersten Jungen waren Häute abgegangen.“ —

Ausser dem bis jetzt Vorgebrachten existieren in der Literatur noch einige weitere zerstreute Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Caecilien, die wir im Folgenden betrachten wollen.

A. Duméril[12]) fand an einem jungen, 50 mm langen Uraeotyphlus oxyurus (Pet.) (= Caecilia oxyura) aus Malabar, einer Ichthyophis sehr nahestehenden Gattung, Kiemenlöcher, wie an den Ichthyophislarven.

Wichtiger ist, dass Möbius auf den Seychellen ein Exemplar des dort lebenden Hypogeophis rostratus (Pet.) aufgriff, welches bei nur 35 mm Länge weder Kiemenlöcher, noch einen flossenförmigen Schwanz, noch auch Nackennarben besass, wie dies Typhlonectes nach dem Abfall seiner Kiemenlappen aufzeigt. Hier bei Hypogeophis also haben wir schon wiederum etwas Besonderes zu erwarten [cf. Peters[34])].

Spengel beschreibt die Niere einer Larve von Siphonops sp., welch letztere 55 mm lang und jederseits mit einem kleinen Kiemenloch versehen war ([41] pag. 11).

Endlich brachte Greeff[16]) Angaben über die Entwicklungsgeschichte des Dermophis thomensis (Pet.) (= Siphonops thomensis aut.) aus Westafrika. Er fand, dass Dermophis wie Typhlonectes vivipar sei. Das von ihm untersuchte trächtige Weibchen hatte im linken Oviducte einen, im rechten zwei Embryonen, alle ca. 4 cm lang. Der Kopf war vom Halse abgesetzt, der hintere Körpertheil in ziemlicher Ausdehnung seitlich comprimiert, dagegen fehlte jede Spur von Kiemenathmungsorganen. Dies ist ein höchst sonderbares Ergebniss, das, unvermittelt wie es dasteht, kaum zu verstehen ist. —

Ueberblicken wir kurz unsere Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Caecilien im Allgemeinen, so ist es nun für zwei einander sehr ferne stehende Gruppen, wie der mit Schuppen versehene asiatische Ichthyophis und der schuppenlose amerikanische Thyphlonectes es sind, nachgewiesen, dass sie in einem gewissen Entwicklungsstadium äussere Kiemen tragen, also perennibranchiat sind; von Ichthyophis ist ferner bekannt, dass nach Abfall der äusseren Kiemen Kiemenspalten auftreten, ähnlich denen von Amphiuma, dass in diesem Stadium Ichthyophis also derotrem ist; endlich schliessen sich auch diese, und mit Lungenathmung und Leben auf dem Lande trägt nun Ichthyophis den salamandrinen Stempel. Auch für Typhlonectes, ja für alle Blindwühlen ist der Nachweis dieser successiven Stadien sicher zu erwarten; denn das gar spärliche bis jetzt Bekannte wird kaum dagegen sprechen dürfen. Das lange Persistieren aber der Kiemenlappen von Typhlonectes zu einer Zeit, wo auch jedenfalls die Kiemenspalten sich schon geschlossen haben und die gewiss einmal vorhanden gewesenen Seitenorgane verschwunden sind, hat einen physiologischen Grund, über den wir uns weiter unten im Vergleich mit andern Erscheinungen dieser Art bei den Amphibien verbreiten wollen. Hier möchten wir nur darauf hindeuten, dass nach dem von uns gegebenen Nachweise, wonach Ichthyophis glutinosus und mit ihm wahrscheinlich alle Blindwühlen die sämmtlichen Entwicklungsstadien der Salamandriden ebenfalls durchlaufen, die Caecilien nicht mehr als eigene dritte Ordnung neben die Urodelen und Anuren gestellt werden dürfen, sondern dass sie hinfort den Urodelen unterzuordnen und den Salamandrinen parallel zu setzen sind. Es wären demzufolge in den Tropen die Urodelen nicht fehlend, sondern durch die in der Erde lebenden Blindwühlen vertreten.

Auch Wiedersheim ([46] z. B. pag. 90 ff.) neigt sich schon sehr darnach hin, die Caecilien ihrer selbstständigen Stellung den Urodelen und Anuren gegenüber zu entheben und den Urodelen unterzuordnen, und wir brauchen uns auch darüber, dass sie zu den Urodelen, d. h. also zu den geschwänzten Amphibien zu rechnen sind, keineswegs zu wundern; denn es ist schon lange bekannt, dass den Blindwühlen, sonderlich aber Ichthyophis der Schwanz durchaus nicht fehlt, sondern dass er hier lediglich rudimentär ist; ja im Larvenstadium trägt er eine Flosse, und was den Mangel der Extremitäten angeht, so haben wir wenigstens von den hinteren Gliedmassen eine recht deutliche Spur nachzuweisen vermocht.

Somit schlagen wir hinfort als Grundeintheilung der Amphibien, welche sich auf ihre Verwandtschaft gründen soll, die folgende vor:

A. URODELA.

1. Perennibranchiata.
2. Derotremata.
3. Salamandrina.
   - α) Salamandridae.
   - β) Apoda.

B. ANURA.

1. Aglossa.
2. Arcifera.
3. Firmisternia.

Werfen wir nun einen kurzen vergleichenden Blick auf dasjenige, was uns von der Entwicklung der Urodelen überhaupt bekannt ist, und gehen wir der Reihe nach vom niedersten zum höchsten, so wissen wir unter den Perennibrachiaten nur einiges wenige von Proteus anguinus Laur., und dies besteht darin, dass er ovipar ist, wie F. E. Schulze[40]) und vor allem Frl. von Chauvin[11]) nachgewiesen haben. Daneben existiert nun aber noch ein merkwürdiges Protokoll, welches Michahelles[28]), allerdings unter grossem Vorbehalte und nur veranlasst durch eine Aeusserung von Wagler[44]) in dessen Amphibiensystem zur Kenntniss bringt. Dasselbe war von einem österreichischen Beamten aufgenommen und enthält die Aussagen eines Gemeinderichters, welcher behauptet gesehen zu haben, wie ein Proteusweibchen drei Junge geboren hatte. Wenn man die hier gemachten Angaben liest, so kann man sich kaum einreden, dass das Ganze eine Lüge sei. Es sollen drei, 1½ Zoll lange Junge unter eigenthümlichem Verhalten der Mutter geboren worden sein; ausserdem seien eine grössere und zwei oder drei kleinere, durch Fäden zusammenhängende Blasen aus dem geschwollenen Hintertheil zum Vorschein gekommen. Uns will fast scheinen, als sei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass Proteus neben

der Oviparität auch Viviparität zeigen könnte; vielleicht behalten im Herbst befruchtete Weibchen die Eier in sich und lassen in ihrem Uterus die Embryonen sich entwickeln.

Was die Derotremen betrifft, so existiert in der Literatur eine ganz kurze Angabe über die Entwicklung des Megalobatrachus maximus Tschudi (— Cryptobranchus japonicus aut.) in E. von Martens Reisewerk [27]). Dort heisst es: „In einem japanischen Bilderbuch finde ich ihn mit ein paar Jungen abgebildet, welche Kiemenbüschel an den Seiten des Halses tragen; es was das zwar an sich vorauszusetzen, aber doch nicht positiv bekannt.“ Auf unsere Bitte hatte Prof. von Martens die Güte, das betreffende Buch uns zu beliebiger Benutzung einzuhändigen, und wir glauben uns nicht besonders rechtfertigen zu müssen, wenn wir die Umrisse der japanischen Zeichnung an dieser Stelle wiedergeben.

Megalobatrachus maximus Tsch. mit seinen Larven. Copie einer japanischen Zeichnung.

Die Figur des alten Megalobatrachus ist recht bezeichnend, und auch die Larven scheinen uns lebendig und gewiss naturgetreu wiedergegeben. Ueber diesem Bilde stand eine kurze Beschreibung, welche Hr. Dr. Hilgendorf uns zu übersetzen so freundlich war. Sie lautet in Beziehung auf die Larve folgendermaassen: „Ich hatte die Jungen des Thieres unterhalten, an deren Backen weiche Flossen wachsen, die wie Matzumo (eine Alge) aussehen und nach und nach ebenso wie der Schwanz eines Froschkindes verschwinden.“ Daraus und vor allem aus der Abbildung geht hervor, dass die Larven des Megalobatrachus im Wasser leben und jederseits drei Kiemen tragen, wie diejenigen der meisten übrigen Urodelen. —

Unter den Salamandriden ist die Oviparität der Tritonen und Amblystomiden, die Ovoviviparität des gefleckten Salamanders und die von v. Schreibers [39]) entdeckte Viviparität des schwarzen Salamanders so allgemein bekannt, dass wir darauf nicht einzugehen brauchen. Hier müssen wir nun aber auf die ausserordentliche Länge der Kiemen des Embryos der Salamandra atra zu reden kommen, über welche Leydig ([22] Separatausg. pag. 113) sich folgendermaassen äussert: „Wenn man sieht, dass bei den frei im Wasser sich entwickelnden Tritonen die Kiemen niemals eine derartige Länge erhalten, so möchte man schliessen, dass der Aufenthalt im Uterus etwas für diese Organisation Mitbedingendes sei.“ [Vergl. auch [24]) pag. 70.]

Diese Worte bezieht Leydig auch auf Salamandra maculosa, bei welcher wie

bei der S. atra die Embryonen während ihres Uterinlebens ihre Kiemen zu auffallender und viel stärkerer Länge entwickeln, als wir dies bei den nach Sprengung der Eihülle im Wasser lebenden Larven antreffen.

Eine ebensolche auffallende Entfaltung der Kiemen finden wir bei unserem Ichthyophis, und zwar bleiben diese Kiemen nur bestehen während des Lebens im Eie. Sie functionieren also ganz offenbar als Athmungsorgane des sehr sauerstoffbedürftigen Embryos und wachsen wenigstens zu Anfang in die Länge und Breite, wie der Embryo selbst grösser wird. Dass all die besprochenen Kiemen in ihrer grössten Entfaltung nur für das Embryonalleben tauglich sind, bewies Frl. von Chauvin[10]) durch ihre interessanten Versuche, welche ergaben, dass in's Wasser gebrachte Embryonen der Salamandra atra ihre grossen Kiemen abwarfen und neue kleinere und derbere hervortrieben. Wie nun bei S. atra und Ichthyophis glutinosus die Kiemen zu reinen Embryonalorganen geworden sind, welche nach Befreiung des Embryos aus der Eihülle oder aus dem Uterus als für's freie Leben unbrauchbar abgeworfen werden, so ist dies sicher auch der Fall mit den monströsen Kiemenlappen des Typhlonectes compressicauda, welche der Wandung des mütterlichen Oviductes anliegen und vermuthlich durch Diosmose dem Blute des Embryos Sauerstoff, ja vielleicht wohl gar Nahrung zuführen, somit ähnlich wie eine Placenta wirken; wenigstens wird man bei Betrachtung der auffallenden Grösse eines Typhlonectesembryos zur letzteren Vermuthung stark hingedrängt. Die Embryonen von Ichthyophis glutinosus ferner erreichen, wie schon oben hervorgehoben wurde, eine Grösse und ein Gewicht, welches das ursprüngliche junge Ei um das Vierfache übertrifft, und so konnten wir die Vermuthung aussprechen, dass das alte, die Brutpflege ausübende Thier vielleicht im Stande sei, aus seinen Hautdrüsen Nahrungssaft auszuscheiden, welcher durch Diosmose den Embryonen zugeführt würde und sie zu so ansehnlicher Grösse heranwachsen lasse. —

Weitere, höchst interessante Beispiele, ähnlich den Besprochenen sind uns von manchen Anuren bekannt geworden, deren Entwicklung entweder grösstentheils im Eie oder in Taschen oder Aussackungen eines der beiden Eltern abläuft.

Schon die Embryonen unseres Alytes obstetricans, welche während längerer Zeit als die unserer übrigen Anuren innerhalb des Eies verweilen, zeigen grössere und anders gestaltete Kiemen, als wir sie von unserer Rana oder Bufo kennen. Es entwickelt sich hier nur eines der drei Paare und dieses zu flächenartiger Ausbreitung mit fingerförmigen Fortsätzen. Würden diese letzteren sich nicht ausgebildet haben, so hätten wir hier im Kleinen, was jener Typlonectes-Embryo im Grossen zeigt. Entwickelt hat sich diese äussere Kieme auf dem dritten Kiemenbogen als eine zunächst in die Länge wachsende Blase, die sich secundär in die Endäste spaltete. Sie fällt ab mit der Ausbildung innerer Kiemen und dem damit im Zusammenhange stehenden Ausschlüpfen des Embryos. [cf. Vogt[43]) und Leydig[24]), pag. 69.]

Ferner haben wir die höchst merkwürdigen Embryonalorgane beizuziehen, welche Weinland[45]) an Nototrema oviferum Gthr. (= Notodelphys ovifera Weinland) aus

Venezuela entdeckte. An jeder Seite des Embryos dieser Art liegt je eine, mit der concaven Fläche dem Embryo zugekehrte, ihn umhüllende, somit glockenförmige, weisse Haut, welche jederseits durch zwei dünne und lange Fäden mit dem dritten und vierten Kiemenbogen in Verbindung steht. So kommen zwei mächtige Kiemen zu Stande, welche den Embryo wie mit einem weissen Mantel umhüllen und sein Blut mit dem mütterlichen Körper in nächste Berührung bringen. Ursprünglich waren jedenfalls an jeder Seite des Halses zwei Kiemenblasen gesprosst, am dritten und vierten Bogen, welche schlauchartig in die Länge wuchsen und, an der Eihaut angekommen, an ihrem äusseren Ende pilzartig sich ausbreiteten; wo dann je ein Paar einer Seite mit den Rändern zusammenstiess, da verwuchs es und bildete mit dem andern zusammen die von Weinland so genannte Kiemenglocke, welche mit zwei feinen Stielen an den Kiemenbögen festsitzt. Es steht hier die Grösse des Embryos zu derjenigen seiner specifischen Respirationsorgane jedenfalls in directem Verhältnisse; denn die Kiemenglocken sind wirklich sehr gross, wie wir uns an den im Museum von Berlin aufbewahrten Embryonen selbst überzeugen konnten.

Bei Nototrema testudineum Esp. haben wir dasselbe Verhältniss: bei N. marsupiatum D. und B. aber verlässt das Junge schon in Form einer Kaulquappe die Tasche der Mutter[7]). —

Ein ferneres physiologisch hieher gehöriges Beispiel, morphologisch aber ganz anderer Art bietet die Entwicklung des Antillenfrosches Hylodes martinicensis Tschudi. Die Jungen dieses Thieres machen die gesammte Metamorphose innerhalb des Eies durch. Peters[36]), der vier Embryonen verschiedenen Alters untersuchte, kam zu dem auffallenden Resultate, dass äussere Kiemen und Kiemenlöcher völlig fehlten, dass dagegen der Schwanz gross, mit seiner breiten Fläche dem Embryo anliegend und sehr gefässreich sei, sodass „seine Function als Athmungsorgan keinem Zweifel unterliegen dürfte."

Nun sagt freilich Bavay[4]), dass er äussere Kiemen gesehen habe und zwar eine an jeder Seite des Körpers, von der Form einer einfachen Gefässschlinge. Dabei macht aber auch er auf die Grösse des Schwanzes aufmerksam. Diese Beobachtung Bavay's zeigt, dass zwar die Entwicklung der Respirationsorgane von Hylodes martinicensis in den Grundzügen wie diejenige der andern Amphibien verläuft, dass aber im Verhalten des Schwanzes hier noch etwas ganz Besonderes hinzukommt. Es kam uns dies so seltsam vor, dass wir auch diese Embryonen uns selber ansahen, wovon das Ergebniss war, dass wir die Aeusserungen von Peters völlig bestätigen können. Der Schwanz ist eine weisse Haut von eiförmigem Contour, wobei das Ende des Schwanzes abgerundet ist, also dem runden Theile der Eiform entspricht. Er ist an seiner sehr feinen Wurzel um 90° gedreht, sodass seine concave Seitenfläche dem Körper des Embryos anliegt. Es vertritt ganz ohne Zweifel bei Hylodes dieselbe Function, welche bei Nototrema die Glockenkiemen, bei Alytes und Typhlonectes die Kiemenlappen, bei Ichthyophis und Salamandra die Fiederkiemen ausüben; er ist ein specifisch embryonales Respirationsorgan.

Leider sind die Abbildungen, welche Peters von Hylodes-Embryonen giebt, nicht instructiv genug, um von sich aus von dem Verhältnisse zu überzeugen; der Schwanz tritt nicht so sehr in den Vordergrund, wie es in Wirklichkeit sich verhält. —

Peters vermuthet ferner, dass ein ähnliches Verhältniss auch bei Pipa vorkomme, indem er auf die Beobachtungen von Camper[9]) hinweist. Dies thut Peters mit vollem Rechte, und besonders möchten wir darauf aufmerksam machen, dass Camper hervorhebt, der Schwanz der Pipalarve sei weisslich, wie die Retina des Auges, während die Larve selbst tief schwarz sei. Dies erinnert ganz und gar an Hylodes.

Endlich fiel uns noch eine ganz neue Mittheilung in die Hände, mit welcher uns Boulenger[8]) über die Fortpflanzungsweise der Rana opisthodon Blgr. von den Salomon-Inseln überrascht, und welche an Interesse den bei Hylodes martinicensis bekannt gewordenen Verhältnissen ebenbürtig zur Seite steht. Aus dem ihm von einem Herrn Guppy übersandten Bericht und aus seinen eigenen, durch Abbildungen erläuterten Bemerkungen geht hervor, dass Rana opisthodon ihre ganze Entwicklung, wie Hylodes martinicensis, innerhalb des Eies durchläuft. Die an Boulenger übersandten Eier waren 6—10 mm im Durchmesser und enthielten einen schon vollgewachsenen jungen Frosch. Als Hr. Guppy die transparente Schale eines frischen Eies öffnete, that der junge Frosch einen ganz erstaunlichen Sprung in seine Existenz („the tiny frog took a marvellous leap into its existence") und suchte sofort das Weite. Er hatte etwa die Länge von vier Linien, war ohne Schwanz und ohne äussere Kiemen; dagegen trug er auf jeder Seite des Bauches eine Reihe von etwa neun quer gestellten Hautfalten, welche, wie schon Hr. Guppy bemerkte, und auch Boulenger hervorhebt, als Athmungsorgane des Embryos functionieren. Dies ist nun also wieder eine ganz neue und unerwartete Form von embryonalen Respirationsorganen. Das Stadium, wo Ruderschwanz und äussere Kiemen noch vorhanden waren, war jedenfalls längst schon durchlaufen, und nun übernahmen seitliche Querfalten des Bauches die Function, welche bei Hylodes martinicensis und Pipa dorsigera der Schwanz, bei Ichthyophis glutinosus, Typhlonectes compressicauda, Salamandra atra und maculosa, Alytes obstetricans, Nototrema oviferum und testudineum die in's Monströse verlängerten oder verbreiterten oder verbildeten Kiemen ausgeübt hatten. Zum Ueberflusse des Merkwürdigen zeigt die offenbar kurz vor dem Ausschlüpfen stehende junge Rana opisthodon vorn an der Nase ein conisches Spitzchen, welches jedenfalls zum Oeffnen der Eihaut dient, und dessen Analogon wir bei Reptilien und Vögeln schon längst recht wohl kennen. Das Ei, in welchem der junge, schon ganz ausgebildete Frosch zusammengekauert sass, hatte, wie aus oben angegebenem Maasse hervorgeht, die Grösse eines frisch gelegten Ichthyophis-Eies; es wird also ursprünglich wohl halb so gross gewesen sein, wie aus der Analogie mit Ichthyophis glutinosus geschlossen werden muss. —

Ueberblicken wir das hier Zusammengestellte, so haben wir das Ergebniss gewonnen, dass bei denjenigen Amphibien, welche längere Zeit während ihrer Entwicklung innerhalb des Eies oder innerhalb des mütterlichen Körpers verharren, sich Organe entwickeln, an

deren Vorhandensein die Existenz des Embryos im Ei oder im Leibe eines der Eltern gebunden ist. Die physiologische Bedeutung dieser Organe ist in erster Linie die der Respiration, in zweiter Linie ist aber auch eine Ernährung des Embryos durch dieselben in einzelnen Fällen nicht ausgeschlossen. Diese embryonalen Respirations- eventuell Ernährungsorgane sind in ihrer Ausbildung nur für den betreffenden Embryo, ihren speciellen Träger, von Bedeutung und haben als solche keinen phylogenetischen, sondern nur physiologischen Werth. Damit wollen wir lediglich gesagt haben, dass aus dem Aussehen der Kiemen der Embryonen von Ichthyophis etc. nicht auf ein gleiches Aussehen der Kiemen der Voreltern dieser Amphibien, welche die betreffenden Stadien im Freien durchlebt haben, geschlossen werden darf, so wenig wie aus dem Aussehen des Larvenschwanzes von Hylodes auf dasjenige des Schwanzes von dessen in diesem Stadium freilebenden Vorfahren. Dagegen bildet sich ein solch specifisch embryonales Respirationsorgan aus einem schon vorhandenen und phylogenetisch erworbenen Organe des Thieres hervor; doch herrscht hier die denkbarste Willkür. Bei Ichthyophis und Salamandra haben wir hierin das einfachste Verhältniss. Die ursprünglichen drei Kiemenpaare wachsen zu embryonalen Respirationsorganen aus; bei Nototrema thun dies nur die zwei vorderen, bei Alytes und bei Typhlonectes, insofern in diesem letzteren Falle nicht secundäre Verwachsungen statt gehabt haben sollten, nur ein einziges Paar. Bei Hylodes und Pipa übernimmt diese Rolle der Ruderschwanz, bei Rana opisthodon thun dies Querfalten der Bauchhaut, und was wird sich in diesem Gebiete bei weiterer Nachforschung nicht noch alles finden lassen, sonderlich bei den in den Tropen lebenden Urodelen, den Blindwühlen, bei denen vielleicht alle Gattungen oder gar alle Arten besondere Anpassungen zum Schutze ihrer Brut aufweisen?

Wenn wir uns nun kurz nach ähnlichen Dingen bei anderen Wirbelthieren umsehen, so finden wir bei den Haifischen, deren Junge lange Zeit im Eie leben, embryonale Respirationsorgane in Form von Kiemenfäden, welche aber den äusseren Kiemen der Amphibien keineswegs gleichzustellen sind, sondern aus den Kiemenspalten herauswachsende, fadenförmige Fortsätze vorstellen, und wie Balfour[3]) sich ausdrückt, „höchst wahrscheinlicher Weise insbesondere zu dem Zwecke entwickelt sind, um die Athmung innerhalb des Eies zu erleichtern.“

Auf wieder ein anderes Verhältniss stossen wir bei Mustelus laevis, dem glatten Hai des Aristoteles, der bekanntlich eine Art Placenta besitzt. „Es erhebt sich hier die gefässführende Oberfläche des Dotters zu einer Anzahl von Falten, welche in entsprechende Vertiefungen in den gefässreichen Wandungen des Uterus hineinpassen.“ (cf. Balfour[3]). Hier also wird der Dottersack zum specifisch embryonalen Respirationsorgan. Uebrigens liegt ausserdem die Vermuthung nahe, dass auch bei den andern Haien die so ausserordentlich reiche Gefässverzweigung auf der Oberfläche des Dotters neben den verhältnissmässig kleinen, fadenförmigen Kiemen die embryonale Respiration vermittle.

Mit viel grösserer Entschiedenheit ist bei den Amnioten ein Organ zum specifisch embryonalen Respirations- eventuell Ernährungsorgan erwählt, welches die in's Monströse ausgewachsene Harnblase der Amphibien darstellt; es ist die Allantois. Bei allen Amnioten

entwickelt sich der Embryo längere Zeit innerhalb der Eihüllen oder des mütterlichen Körpers, und bei allen ihren Embryonen übernimmt die Allantois die Arbeit der Respiration und bei den höheren Säugern endlich, den Placentalia, durch Verwachsung mit der Wandung des Uterus auch die der Ernährung.

Da die Allantois bei allen Amnioten aus ein und demselben Organe sich hervorgebildet hat, welches bei den Amphibien als Harnblase, richtiger wohl als Wasserbehälter während des Lebens functioniert, so hat sie eine phylogenetische Bedeutung ersten Ranges; in ihrer Ausbildung aber wird ihr Werth ein rein physiologischer; kein im Freien lebendes Amphibium bringt seine Blase zu ähnlicher Entfaltung, und sie ist in ihrer Ausbildung ohne Weiteres in die Reihe aller anderen specifisch embryonalen Respirationsorgane zu stellen. Die Wurzel, aus der alle diese Organe ihre Entstehung genommen haben, ist phylogenetisch von hohem Werthe, die Organe selbst aber in ihrer Ausbildung sind nur von physiologischer Bedeutung. —

Auch unter den Wirbellosen begegnen wir solchen embryonalen Respirationsorganen, wie den Beschriebenen, ein Gebiet, auf welches wir bei einer späteren Gelegenheit näher einzutreten und aus welchem wir dann unseren Lesern ein nicht uninteressantes Beispiel vorzulegen gedenken. —

Wir müssen nun noch einen Punkt in's Auge fassen, der, wie uns scheinen will, grosse Beachtung verdient. Wenn wir uns vergegenwärtigen, wie so ganz anders die Verhältnisse sind, unter denen z. B. die Entwicklung der nächsten Verwandten der Rana opisthodon abläuft, wo wie bei unserm Frosch der Embryo in ausserordentlich unvollkommener Ausbildung das Ei verlässt und fortan unter eigenartigen, dem Aufenthalt im Wasser angepassten Erscheinungen (als da sind Saugnäpfe der jüngsten Stadien, Auftreten von äusseren und inneren Kiemen und Sprossung eines mächtigen Ruderschwanzes zu energischer Fortbewegung) seine Weiterentwicklung nimmt, während Rana opisthodon als Larve in stets zusammengekauerter Stellung verharren muss, ihre Kiemen, eventuell ihren Schwanz nicht gebrauchen kann, sondern ein ganz besonderes, gänzlich unvermittelt dastehendes Respirationsorgan an sich entwickelt, so müssen wir uns wundern, dass sie dennoch eine Rana geblieben ist, dass die genannten so eigenartigen physiologischen und morphologischen Verhältnisse ihres Jugendlebens ohne merklichen Einfluss auf die Ausbildung ihres Körpers gewesen sind, ja nicht einmal im Stande waren, eine neue Gattung aus ihr zu schaffen. Und ganz dasselbe gilt gewiss auch für Hylodes martinicensis, für Nototrema oviferum und testudineum, und für Salamandra atra. Wir müssen darum den Satz aussprechen, dass die physiologischen Verhältnisse, unter denen die Entwicklung einer Thierform abläuft, zwar directen Einfluss haben auf die Larvenorgane derselben (wie z. B. Rudimentärwerden der äusseren Kiemen, Verbildung des Ruderschwanzes u. a. m.), dagegen keine oder nur recht unbedeutende, höchstens zur Bildung einer neuen Species führende Einwirkung auf die Form des fertigen Thieres. —

Wie hochwichtig es nun aber ist, jede Amphibienspecies, deren Entwicklungsweise

wir noch nicht kennen, auf dieselbe zu untersuchen, und wie sehr wir es vermeiden müssen, aus übereinstimmendem Bau von zwei ausgebildeten Thierspecies auf übereinstimmende Entwicklungsweise derselben zu schliessen, insofern dabei äussere Verhältnisse in Betracht kommen, darauf wollen wir, als auf ein Ergebniss, mit Nachdruck hingewiesen haben.

Die Organe aber, welche dem ausgebildeten Thiere eigen sind, nehmen gleichwohl bei diesem und allen seinen Verwandten den Grundzügen nach denselben Gang der Entwicklung. —

Was das rein Biologische bei unserm Ichthyophis glutinosus betrifft, so haben wir zwei Momente gesondert zu betrachten, erstlich die Eiablage in die feuchte Erde und zweitens die Beschützung der Eier durch die Mutter.

Was den Umstand betrifft, dass die Eier nackt wie sie sind ohne gemeinsame Hülle in die Erde gelegt werden, so kennen wir bis jetzt bei den Amphibien kein gleiches Vorkommniss. Die übrigen eierlegenden Urodelen legen ihre Eier in's Wasser (Proteus, Tritonen, Amblystomiden, Salamandra maculosa); von den Anuren legen allerdings einige Formen ihre Eier nicht in das Wasser; es kommen aber dabei besondere Verhältnisse in Betracht. Wenn wir diejenigen Anuren hier weglassen, bei welchen eine besondere Pflege der Eier durch eines der Eltern beobachtet wurde, so haben wir folgende Fälle hier zu erwähnen:

Unter den Arciferen geht der brasilianische Leptodactylus mystacinus Burm. (= Cystignathus mystaceus Hensel), welcher zu der Gruppe der Cystignathiden gehört, nach Hensel[18]) niemals in's Wasser, laicht also auch nicht in demselben, sondern macht in dessen Nähe, aber immer noch innerhalb der Grenzen, bis zu denen das Wasser nach heftigem Regenwetter steigen kann, unter Steinen, faulenden Baumstämmen etc. eine Höhlung von der Grösse eines Tassenkopfs. Diese füllt er mit einem weissen, zähen Schaume aus, in dessen Mitte sich die fahlgelben Eier befinden. Die Larven entwickeln sich in weiter nicht auffallender Weise und wandern in den nächsten Tümpel, wenn in Folge von Regengüssen das Wasser desselben bis zu ihrem Neste gestiegen ist. Trocknet nun aber die Pfütze aus, so gehen sie nicht, wie die Larven anderer Batrachier zu Grunde, sondern ziehen sich unter schützende Gegenstände: Bretter, Baumstämme etc. zurück und bleiben hier klumpenweise zusammengeballt liegen, um die Rückkehr des Regens abzuwarten. Hebt man den schützenden Gegenstand in die Höhe, so wimmelt alles durcheinander.

Paludicola gracilis Blgr. (= Gomphobates notatus Reinh.), ebenfalls ein Cystignathid aus Brasilien legt seine Eier in faustgrossen Klumpen weissen Schaumes vertheilt in die Nähe des Ufers einer Pfütze, wo gewöhnlich noch etwas Gras wächst (cf. Hensel[18]).

Genau wie diese Paludicola macht es, wie wir hier beifügen können, der zu den Raniden gehörende Rhacophorus eques Gthr. von Ceylon; wenigstens war es höchst wahrscheinlich, dass die vielen weissen Schaumklümpchen, die wir am Uferrande des Seeausflusses im 6000′ hohen Thal von Nuwara Eliya auf Ceylon antrafen, von diesem Frosche herrührten; denn zu eben dieser Zeit hatte sich eine ganze Schaar von Individuen dieser

Species in jenem Tümpel versammelt, und sie liessen beständig ihre feinen, metallartig klingenden Stimmchen hören. Besonders waren die wunderschön gefärbten kleineren Männchen zahlreich vertreten, während die grösseren Weibchen seltener und daher stets von einer grossen Schaar Anbeter umlagert waren. In der betreffenden Schaummasse lagen hellgelbe Eier zerstreut eingelagert, welche sich zu Larven entwickelten, denen auf den ersten Blick nichts sonderliches anzusehen war. Näher haben wir die Veränderungen der Larve nicht untersucht.

Nach W. Ferguson[14]) stammen, von ihm im Niederland von Ceylon gefundene Schaumballen von Rhacophorus maculatus Gray.

Von einem Ranid aus Westafrika, Chiromantis rufescens Gthr., berichtet Buchholz, dass es seinen Laich in Form von schneeweissen Ballen an Blätter von Bäumen, welche über Wassertümpeln stehen, anklebe, zuweilen zwei Blätter mittelst dieser Masse zusammenleimend. Die im Schaum sich entwickelnden Larven schwemmt der nächste Regen in's Wasser hinab (cf. Peters[35]).

Ganz dasselbe berichtet v. Ihering[19]) von der zu den Hyliden gehörigen Phyllomedusa Iheringii Blgr. Als Anhang ist diesem Artikel eine tabellarische Zusammenstellung der verschiedenen Fortpflanzungsweisen der Anuren von Boulenger angefügt, wofür wir um so dankbarer sein müssen, als die diesbezüglichen Angaben öfters in rein systematischen Abhandlungen oder Museumskatalogen oder Sammlungsnotizen wohlverwahrt begraben liegen.

Auf einer unserer Streifereien durch den Urwald Ceylons stiessen wir auch einmal auf einen kleinen Wassertümpel in einer Felsspalte; einige Fuss über seiner Oberfläche hieng, an die am Tümpel senkrecht sich erhebende Felswand angeklebt, ein aussen blau gefärbter Ballen Schaumes, etwa so gross wie eine kleine Faust. Die äussere Rinde war zu rauher Schichte eingetrocknet. Inwendig lagen gelbliche Froscheier in feuchter Schaummasse. Von welchem Frosche aber dieser Laich stammte konnten wir nicht erfahren; häufig trafen wir jedoch in diesen Gegenden Rana temporalis Gthr.

Hylodes martinicensis, dessen wir oben eingehend gedacht haben, legt seine Eier, etwa dreissig an der Zahl, in einer baumwollartigen Hülle an die Blätter von Pflanzen; die Mutter hält sich in der Nähe, wie um sie zu behüten[13, 36]).

Unter welchen Verhältnissen endlich jene Eier von Rana opisthodon gefunden worden waren, geht aus Hrn. Guppy's Bericht nicht klar hervor; er sagt, sie seien von eingeborenen Buben in feuchten Felsspalten gesammelt worden.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass alle diese Formen ihre Eier zwar nicht in das Wasser legen, dieselben aber mit einer schützenden Schaummasse umhüllen, deren äussere Schicht bei trockenem Wetter erstarren kann und auf diese Weise eine rasche Verdunstung der in den Schaum gelegten Feuchtigkeit verhindert. Eine solche Beigabe haben die Eier unseres Ichthyophis glutinosus nicht, sie liegen jedes frei, eins neben dem anderen in einer von der Mutter gebauten Erdhöhle. Diese jedoch schlingt sich wie eine

Riesenschlange um ihre Eier und schützt sie so vor Feinden und vor Austrocknung, vielleicht sogar, wie schon hervorgehoben, nährt sie dieselben.

Daran anknüpfend noch einige Worte über die bei Amphibien beobachtete Brutpflege.

Von Urodelen mit Ausnahme von Ichthyophis ist nichts derart bekannt, manches aber von Anuren. Die weibliche Pipa trägt ihre Eier, jedes in einer besonderen Zelle, auf ihrem Rücken; das weibliche Nototrema in einer besonderen Tasche gleichfalls auf dem Rücken; bei Alytes schleppt das Männchen die Eierschnüre an seinen Hinterfüssen herum; das Weibchen des ceylonesischen Rhacophorus reticulatus trägt seine Eier am Bauche, wie Günther[17]) und W. Ferguson mittheilten und wie wir das auch von einem Siluroiden, Aspredo, kennen, wo dies gleichfalls das Weibchen thut. Leider hatten wir selbst, als wir in Ceylon waren, den Rhacophorus reticulatus nicht zu Gesicht bekommen.

Endlich bietet in dieser Hinsicht das allerabenteuerlichste das zu den Firmisterniern gehörige Rhinoderma Darwinii D. und B. aus Chili, welches nach der Erzählung des Jimenez de la Espada[42]) seine Jungen im erweiterten Kehlsack umherträgt, bis sie entwickelt sind, und zwar spielt hier die Amme nicht das Weibchen, sondern das Männchen, ein Vorkommniss, zu welchem, wie beim vorigen, unter den Siluroiden Analogieen bekannt geworden sind, und zwar beim Genus Arius, bei welchem ebenfalls das Männchen die Eier und Jungen im Maule trägt.

So finden wir denn bei den Amphibien eine Brutpflege von grosser Mannigfaltigkeit, einen kleinen Theil bildend von der Masse ähnlicher Erscheinungen, welche uns von den Wirbellosen hinauf bis zu dem höchsten Thiere, dem Menschen, zur Kenntniss gekommen sind.

Bemerkung: Die Vignette zu Anfang dieser Abhandlung giebt die Ufer des Mahaveliganga, einen Lieblingsaufenthalt der Blindwühle, mit grosser Naturtreue wieder; sie ist von Maler G. Mützel mit hervorragender Fertigkeit nach von uns mitgebrachten Photographien componiert worden. Links im Vordergrund steht eine Kitulpalme, Caryota urens, rechts eine Banane und eine junge Cocos.

Literaturverzeichniss.

1. v. **Baer**, Die Metamorphose der Eier der Batrachier vor der Erscheinung des Embryo etc., Müller's Arch., 1834.
2. v. **Baer**, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion, zweiter Theil, 1837.
3. **Balfour**, Handbuch der Embryologie, deutsch von Vetter, zweiter Band, 1881.
4. **Bavay**, Note sur l'Hylodes martinicensis et ses métamorphoses, extrait, Ann. sc. nat., Zool., (5) XVII, 1873.
5. **Benecke**, Ueber die Entwicklung des Erdsalamanders, Zool. Anz., 1880.
6. **Boulenger**, Catalogue of the Batrachia gradientia s. caudata and Batrachia apoda, sec. ed., 1882.
7. **Boulenger**, Catalogue of the Batrachia salientia, sec. ed., 1882.
8. **Boulenger**, On the Reptiles and Batrachians of the Solomon islands, Trans. Zool. Soc., 1886.
9. **Camper**, Epistola ad Jo. Frid. Blumenbach de caudatis piparum gyrinis, Comm. Soc. Reg. Scient. Gotting., IX, 1789.
10. v. **Chauvin**, Ueber das Anpassungsvermögen der Larven von Salamandra atra, Z. f. w. Z., XXIX, 1877.
11. v. **Chauvin**, Die Art der Fortpflanzung des Proteus anguineus, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.
12. **Duméril**, Mém. Soc. Cherbourg, IX; citiert nach Peters.
13. **Espinosa**, Bello y, Zoologische Notizen aus Puerto Rico, frei bearbeitet von E. v. Martens, Zoolog. Garten, herausg. von Noll, 1871, pag. 348.
14. **Ferguson**, Singular Ceylonese Frogs, Ann. and Mag. Nat. Hist., (4), XVIII, 1876.
15. **Fitzinger**, Neue Classification der Reptilien, 1826.
16. **Greeff**, Ueber Siphonops thomensis Barb. d. Boc., Beitrag zur Kenntniss der Coecilien, Sitz. Ber. Ges. Naturw. Marburg, 1884.
17. **Günther**, Notes on the mode of propagation of some Ceylonese Treefrogs, Ann. and Mag., (4), XVII, 1876.
18. **Hensel**, Beiträge zur Kenntniss der Wirbelthiere Süd-Brasiliens, Arch. f. Naturg., Jahrg. XXXIV, 1, 1867.
19. v. **Ihering**, On the oviposition in Phyllomedusa Iheringii, Ann. and Mag. Nat. Hist., (5), XVII, 1886, pag. 461.
20. v. **Kölliker**, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere, 1879.
21. **Kupffer**, Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbelthiere etc., Arch. f. Anat. und Entw., 1882 und 1884.
22. **Leydig**, Die Molche (Salamandrina) der würtembergischen Fauna, Arch. f. Naturg., 1867.
23. **Leydig**, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Arch. f. m. An., XII, 1876, pag. 218.
24. **Leydig**, Die anuren Batrachier der deutschen Fauna, 1877.
25. **de l'Isle**, Mémoire sur les moeurs et l'accouchement de l'Alytes obstetricans, Ann. sc. nat., Zool., (6), III, 1876.
26. **Malbranc**, Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.
27. v. **Martens**, Die preussische Expedition nach Ost-Asien, Zoologischer Theil, 1, pag. 115, 1876.
28. **Michahelles**, Beiträge zur Naturgeschichte des Proteus anguinus, Isis 1831, pag. 499.
29. **Müller, Joh.**, Kiemenlöcher an einer jungen Coecilia hypocyanea, Isis 1831, pag. 709.
30. **Müller, Joh.**, Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Tiedemann & Treviranus, Zeitschr. f. Physiologie, IV, 1832.
31. **Müller, Joh.**, Ueber die Kiemenlöcher der jungen Coecilia hypocyanea, Müller's Archiv, Jahrg. 1835.
32. **Peters**, Eine junge Caecilia glutinosa (Epicrium hypocyaneum) mit Kiemenlöchern aus Malacca, Monatsber. Berl. Akad., 1864.
33. **Peters**, Ueber die Entwicklung der Caecilien und besonders der Caecilia compressicauda, Monatsber. Berl. Akad., 1874.

34. **Peters**, Ueber die Entwicklung der Caecilien, Monatsb. Berl. Akad., 1875.

35. **Peters**, Ueber die von Hrn. Buchholz in Westafrika gesammelten Amphibien, Monatsb. Berl. Akad, 1875.

36. **Peters**, Ueber eine von Hrn. Viceconsul L. Krug und Dr. J. Gundlach auf der Insel Puertorico gemachte Sammlung von Säugethieren und Amphibien, sowie über die Entwicklung eines Batrachiers, Hylodes martinicensis Dum. und Bibr. ohne Metamorphose, Monatsb. Berl. Akad., 1876.

37. **Peters**, Ueber die Eintheilung der Caecilien etc., Monatsb. Berl. Akad., 1879.

38. **Sarasin**, Ueber die Entwicklungsgeschichte von Epicrium glutinosum, Arb. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg, VII, 1885.

39. **v. Schreibers**, Ueber die specifische Verschiedenheit des gefleckten und schwarzen Erdsalamanders oder Molches und der höchst merkwürdigen, ganz eigenthümlichen Fortpflanzungsweise des letzteren, Isis, 1833, pag. 525.

40. **Schulze, F. E.**, Zur Fortpflanzungsgeschichte des Proteus anguinens, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.

41. **Spengel**, Das Urogenitalsystem der Amphibien, Arb. d. zool.-zoot. Inst. Würzb., III, 1876.

42. **Spengel**, Die Fortpflanzung des Rhinoderma Darwinii, nach Iimenez de la Espada, Z. f. w. Z., XXIX, 1877.

43. **Vogt**, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte, 1842.

44. **Wagler**, Natürliches System der Amphibien, 1830.

45. **Weinland**, Ueber den Beutelfrosch, Müller's Arch., 1854.

46. **Wiedersheim**, Die Anatomie der Gymnophionen, 1879.

Anmerkung: Die neuere Arbeit von Cope über die Amphiumiden in: Proceedings of the American Philosophical Society, vol. XXIII, Philadelphia, 1886 ist uns bis jetzt nicht zugänglich gewesen.

Tafel I.

Fig. 1. Brutpflege des Ichthyophis glutinosus.

Fig. 2. Reife Eierstockseier in natürlicher Grösse, ihnen anlagernd eine Anzahl noch unentwickelter Eichen.

Fig. 3. Querschnitt durch ein der Reife nahes Ovarialei.

Fig. 4. Dotterkorn nach Pressung mit dem Deckglas.

Fig. 5. Die Eiweisshüllen des Eies, schematisch dargestellt.

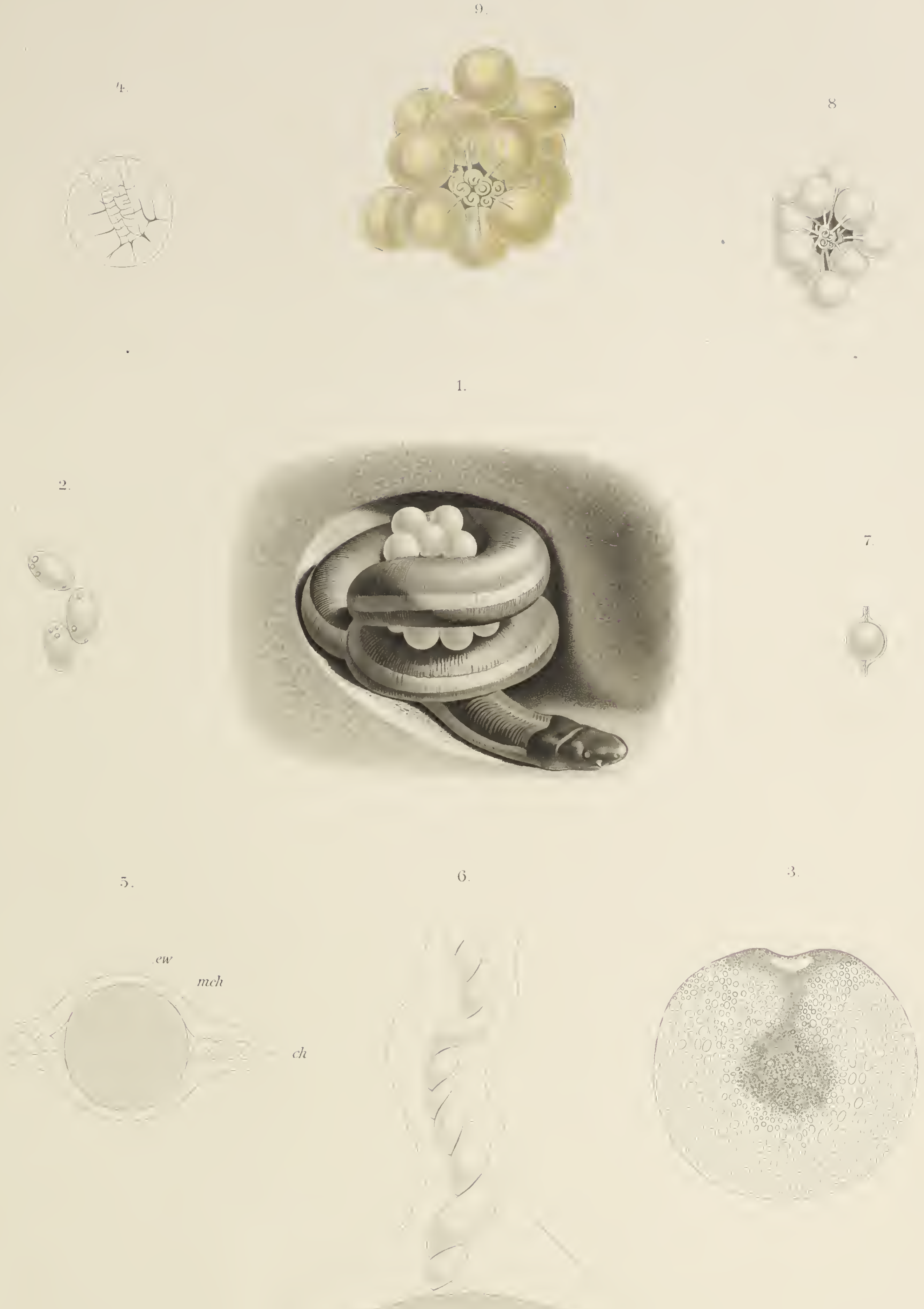
mch Membrana chalazifera. *ch* Chalazen. *ew* Der ungedrehte, die Eier sammt den Chalazen umschliessende Eiweisschlauch.

Fig. 6. Ein Eipol vergrössert mit seiner Chalaze.

Fig. 7. Frisch gelegtes Ei in natürlicher Grösse.

Fig. 8. Ein Klümpchen frisch gelegter Eier in natürlicher Grösse.

Fig. 9. Ein Klümpchen Eier, welche schon ältere Embryonen enthalten, in natürlicher Grösse.


9.
4.
8.
1.
2.
7.
5.
6.
3.
ew
mch
ch

Tafel II.

Fig. 10—17. Successive Entwicklungsstadien von Ichthyophis.

Da im Texte selbst die einzelnen Bilder besprochen sind, verweisen wir zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Seitenzahl.

Fig. 10. Seite 15.

Fig. 11. Seite 15.

Fig. 12. Seite 15—16.

Fig. 13. Seite 16.

Fig. 14. Seite 16.

Fig. 15. Seite 16.

Fig. 16. Seite 16—17.

Fig. 17. Seite 17.

Fig. 18. Der Embryo Fig. 17 mit den ihn umgebenden Höfen im Verhältniss zur Dotterkugel.

10

12

11

13

14

15

16

17

18

Tafel III.

Fig. 19. Schematischer Längsschnitt durch den Embryo Fig. 17 und den zugehörigen Dotter (Seite 17—18).

Fig. 20. Ein Stück des zerklüfteten Dotters aus derselben Serie (Seite 18).

Fig. 21. Das auf Fig. 17 folgende Stadium (Seite 18).

Fig. 22. Kopf desselben Embryos von der Seite.

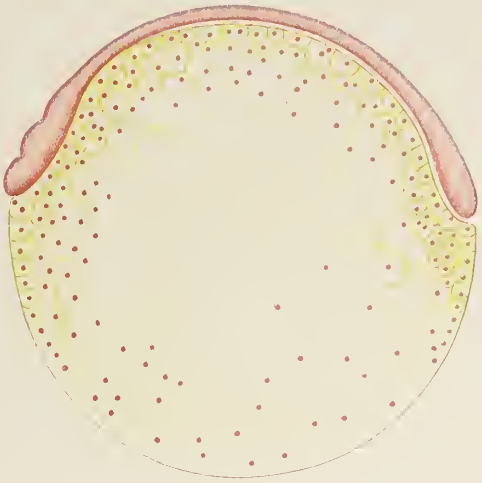
Fig. 23. Vorderhirn von unten mit den Riechgruben.

Fig. 24. Derselbe Kopf von oben mit den Ohranlagen.

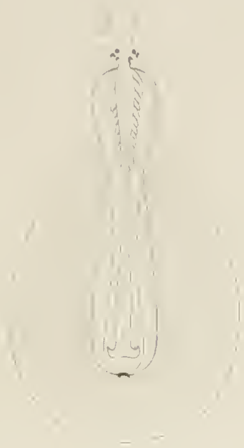
Fig. 25—28. Köpfe verschiedener Embryonen.

Fig. 29. Schnitt durch eine Keimscheibe am Ende des Furchungsprocesses (Seite 13—14).

19.



21.

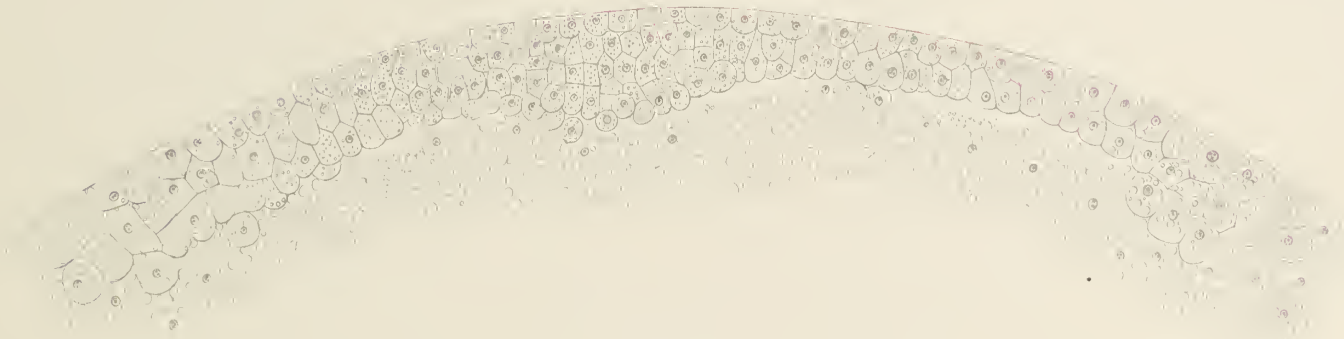


22.

23.

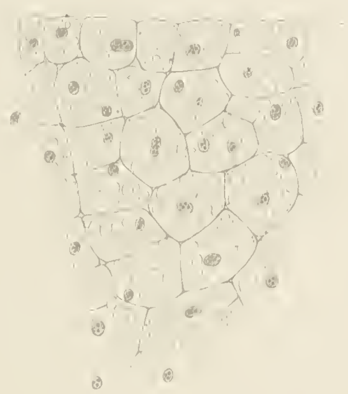
24.

29.



25.

20.



26.

27.

28.

Tafel IV.

Fig. 30. Embryo auf seinem Dotter (Seite 19).

Fig. 31. Derselbe in natürlicher Grösse.

Fig. 32. Kopf desselben von unten.

Fig. 33. dito von oben.

Fig. 34. dito von vorne.

Fig. 35. Etwas älteres Stadium als Fig. 30.
vh Vorderhirnhemisphäre. *mh* Mittelhirn. *hh* Hinterhirn. *d IV* Dach des vierten Ventrikels. *sb* Scheitelbeuge. *nb* Nackenbeuge. *n* Nase. *a* Auge. *o* Ohr. *I* Mandibularfortsatz. *ok* Dessen Oberkieferast. *II* Hyoid. *III*, *IV*, *V* Kiemenknötchen. *h* Herz.

Fig. 36. Weiteres Stadium (Seite 20).

Fig. 37. Kopf dieses Embryos von oben.

Fig. 38. Aelterer Embryo mit äusseren Kiemen und Hautsinnesorganen (Seite 20—21).

Fig. 39. Kopf desselben von unten, um die Vertheilung der Sinnesorgane zu zeigen.

Fig. 40. Dito von oben.

Fig. 41. Schwanz desselben Embryos mit Flossensaum, Myomeren und Sinnesorganen.

32.

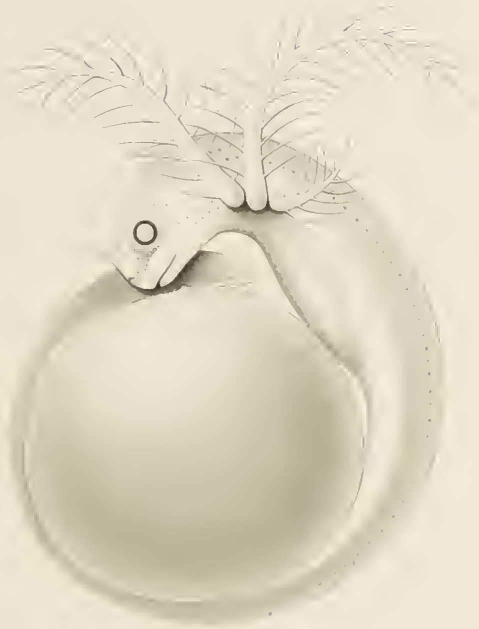
30.

33.

31.

34.

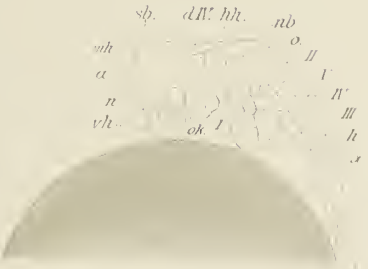
38.



39.

40.

35.



36.

37.

41.

Tafel V.

Fig. 42. Embryo auf dem gefässreichen Dotter.

Fig. 43. Embryo in natürlicher Grösse mit den äusseren Kiemenfedern und dem Dotter.

Fig. 44. Schwanz desselben Embryos von der Seite mit den Stummeln hinterer Extremitäten.

Fig. 45. Derselbe von unten mit den Extremitäten und dem wulstigen Kloakenrand.

Fig. 46. Ausgewachsener Embryo in natürl. Grösse.

Fig. 47. Derselbe in seiner Eihülle zusammengekrümmt.

Fig. 48. Kopf desselben Embryos. Unterhalb der hintersten Kiemenfeder ist ein Kiemenloch durchgebrochen.

Fig. 49. Jüngste Larve in natürl. Grösse.

Fig. 50. Aelteste Larve in natürl. Grösse.

Fig. 51. Kopf einer Larve mit den Hautsinnesorganen: Kiemen fehlen, nur ein Kiemenloch jederseits.

Fig. 52. Larve von oben mit den Seitenlinien.

Fig. 53. Kopf einer Larve von oben.

Fig. 54. Dito von unten, um die Vertheilung der Hautsinnesorgane zu zeigen.

47.
45
50.
49.
43.
44.
extr.
46.
51.
48.
42.
52
53
54

H. Stürtz, königl. Universitätsdruckerei (vorm. Thein), Würzburg.